

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИ СЪЮЗ
ПО МИННО ДЕЛО, ГЕОЛОГИЯ
И МЕТАЛУРГИЯ



SCIENTIFIC AND TECHNICAL
UNION OF MINING, GEOLOGY
AND METALLURGY



МИНСТРОЙ ХОЛДИНГ АД
MINSTROY HOLDING JSCo

СБОРНИК С ДОКЛАДИ

Девета национална научно-техническа конференция
с международно участие

PROCEEDINGS

of

Ninth National Scientific and Technical Conference
with International Participation

Технологии и практики
при подземен добив и минно
строителство

Technologies and Practices
in Underground Mining and Mine
Construction

7 –10 октомври 2024
СПА комплекс Орфей
гр. Девин

7–10 October 2024
Orpheus SPA Hotel
Devin, Bulgaria



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИ СЪЮЗ ПО МИННО ДЕЛО, ГЕОЛОГИЯ И МЕТАЛУРГИЯ



СБОРНИК С ДОКЛАДИ

**Девета национална научно-техническа конференция
с международно участие**

**“Технологии и практики при подземен добив
и минно строителство”**

PROCEEDINGS

of

**Ninth National Scientific and Technical Conference
with International Participation**

**“Technologies and Practices in Underground Mining
and Mine construction”**

ИЗДАТЕЛСКИ СЪВЕТ

**проф. д-р Николай Вълканов, доц. д-р Кремена Деделянова,
проф. д-р Павел Павлов, проф. д-р Димитър Анастасов,
проф. д-р Кръстю Дерменджиев, проф. д-р Валентин Велев,
инж. Георги Лисев, проф. д-р Георги Михайлов,
проф. д-р Станислав Топалов**

Научно-технически съюз по минно дело, геология и металургия

ISSN: 1314-7056



Федерацията на научно - техническите съюзи (ФНТС) в България, е творческо - професионално, научно-просветно, неполитическо сдружение с нестопанска цел на юридически лица - съсловни организации, регистрирани по ЗЮЛНЦ, в които членуват инженери, икономисти и други специалисти от областта на науката, техниката, икономиката и земеделието. През 2015 г. ФНТС чества 130 години от учредяването си.

ФНТС обединява 19 национални сдружения - научно-технически съюзи (НТС) и 34 териториални сдружения - ТС на НТС, в които членуват над 15000 специалисти от цялата страна.

ФНТС е съчредител и член на Световната федерация на инженерните организации (WFEO). ФНТС членува и в Европейската федерация на националните инженерни асоциации (FEANI).

ФНТС е собственик на еднолично дружество с ограничена отговорност "ИНОВАТИКС" ЕООД което се занимава с инженерно-внедрителска дейност.

ФНТС издава свой собствен вестник "Наука и общество". Членове на ФНТС издават 12 научно-технически списания.

Към ФНТС функционира Център за професионално обучение, лицензиран от НАПОО - към Министерски съвет.

Основните задачи на ФНТС са:

- Да утвърждава организацията като активен член на гражданското общество, да съдейства за повишаване общественото влияние и престижа на българските инженери, икономисти, специалисти в земеделието, техници, учени и изобретатели.
- Да стимулира и насърчава творческата активност и постижения на своите членове, както и да защитава професионалните им интереси.

ФНТС, съвместно с националните и териториалните сдружения, организира годишно повече от 600 научно - технически мероприятия: конференции, симпозиуми, семинари, дискусии и др.

Нашият Дом на техниката се намира на ул. Г. Раковски 108, в гр. София.

Повече информация ще намерите на www.FNTS.bg.

**Уважаеми дами и господа,
Уважаеми колеги,**

От името на Организационния комитет ви поздравяваме с вашето участие в **Деветата национална научно-техническа конференция с международно участие на тема “Технологии и практики при подземен добив и минно строителство”**, 7 - 10 октомври 2024 г. в СПА комплекс “Орфей”, гр. Девин.

Организирането и провеждането на този традиционен научен форум за девети пореден път доказва значението му за минерално-суровинната индустрия.

В тазгодишната конференция можете да се запознаете с постиженията в науката и с иновативни решения, приложени в индустрията в областта на подземния добив и строителството и устойчивото развитие.

Надяваме се, че представените доклади по тематичните направления ще предизвикат отново Вашия интерес и ще провокират обсъждания и дискусии за намиране на решения по тези въпрос.

Вашето участие ще допринесе за успеха на **Деветата национална научно-техническа конференция с международно участие “Технологии и практики при подземен добив и минно строителство”** и се надяваме да създадете нови бизнес и лични контакти, полезни за вас.

Желаем на всички вас здраве и професионални и лични успехи!

Добре дошли в предлагащия прекрасни условия СПА хотел “Орфей”, гр. Девин!

Председатели на Организационния комитет:

проф. д-н инж. Николай Вълканов доц. д-р инж. Кремена Деделянова



ГЛАВНИ ОРГАНИЗАТОРИ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИ СЪЮЗ ПО МИННО ДЕЛО, ГЕОЛОГИЯ И МЕТАЛУРГИЯ



"МИНСТРОЙ ХОЛДИНГ" АД

СЪОРГАНИЗАТОРИ



Федерация на научно-техническите съюзи в България
Българска минно-геоложка камара
Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски"
Сдружение на взривните инженери в България

Министерство на енергетиката
Министерство на икономиката и индустрията
Министерство на околната среда и водите
"Асарел-Медет" АД
"Геосол" АД
"Геотехмин" ООД
"Гипс" АД
"Горубсо – Мадан" АД
"Дънди Прешъс Металс Челопеч" ЕАД
"Дънди Прешъс Металс Крумовград" ЕАД
"Елаците Мед" АД
„Ескана Инвест 96" АД
"Лъки Инвест" АД
"Метрополитен" ЕАД
"Мини Марица-изток" ЕАД
"Минпроект" ЕАД
"Нипроруда" АД
"Орика Мед България" АД
"Родопи еко проджектс" ЕООД
"Рудметал" АД
"Табов инженеринг" ООД

С МЕДИЙНОТО ПАРТНЬОРСТВО НА

сп. "Минно дело и геология"
сп. „Геология и минерални ресурси"
в-к „Наука и общество"
в-к „Рудничар"

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

Председатели:	доц. д-р инж. Кремена Дедеянова проф. д-р инж. Николай Вълканов
Почетен председател:	проф. д-р инж. Цоло Вутов
Зам. председатели:	д-р инж. Владимир Вутов проф. д-р Ивайло Копрев проф. д-р Славейко Господинов проф. д-р Илия Гърков инж. Щерьо Щерев
Научен секретар:	<u>доц. д-р Петър Шишков</u>

ЧЛЕНОВЕ

инж. Борис Гиздов	"Брезник Минералс" ЕООД
арх. инж. Валентин Трашлиев	"Евро алианс инженеринг" АД
проф. д-р Валери Митков	Сдружение на взривните инженери в България
инж. Велислав Калчев	"Булекспортконсулт" ЕООД
инж. Георги Петров	"Елаците Мед" АД
проф. д-р Георги Стоянчев	"Рокщал-Н" ЕООД
инж. Данчо Тодоров	"Нипроруда" АД
инж. Делчо Николов	"Асарел Медет" АД
инж. Драгомир Драганов	БМГК
инж. Елена Филипова	"Ескана инвест 96" АД
инж. Иван Богданов	МДЗ "Балша" АД
инж. Иван Кожухаров	"Евротест-контрол" ЕАД
инж. Иван Табов	"Табов инженеринг" ООД
инж. Илия Горанов	"Булмак 2016" ДООЕЛ" - С. Македония
инж. Костадин Христов	"Минпроект" ЕАД
инж. Красимир Паскалев	"Пневматика - Серта" АД
инж. Митко Младенов	"Рудметал" АД
инж. Нейчо Нейчев	"Лъки Инвест" АД
доц. д-р Никола Добрев	"КЦМ" АД
инж. Николай Пелтеков	"Асарел Медет" АД
инж. Румен Цонев	"Холдинг КЦМ 2000" АД
инж. Светлозар Пехливанов	"Родопи Еко Проджектс" ЕООД
инж. Сергей Атанасов	"Горубсо - Мадан" АД
проф. д-р Стоян Братоев	"Метрополитен" ЕАД
Тодор Тодоров	"Мини Марица Изток" ЕАД

КОНСУЛТАТИВЕН СЪВЕТ

проф. д-р Павел Павлов	– Председател
проф. д-р Димитър Анастасов	– Зам. председател
проф. д-р Кръстю Дерменджиев	– Зам. председател
инж. Неделчо Бонев	– Зам. председател
проф. д-р Валентин Велев	– България
инж. Георги Лисев	– България
проф. д-р Георги Михайлов	– България
доц. д-р Захари Динчев	– България
д-р инж. Николай Георгиев	– България
проф. д-р Станислав Топалов	– България
проф. д-р Чавдар Колев	– България
проф. д-р Яни Бакалбаши	– Албания
акад. Виктор Прушак	– Беларус
проф. д-р Зоран Десподов	– С. Македония
проф. д-р Ристо Дамбов	– С. Македония
проф. д-р Тургай Онарған	– Турция
доц. д-р Сергей Чухарев	– Украйна

ТЕМАТИЧНИ НАПРАВЛЕНИЯ

- А. Иновативни технологии и практики при подземния добив и минното строителство. Руднична геология.**
- Б. Подземно, тунелно и метро строителство.**
- В. Маркшайдерско осигуряване на технологичните процеси при подземния добив, подземното, тунелно и метро строителство.**
- Г. Геомеханично осигуряване при подземни минно-добивни и строителни дейности.**
- Д. Технологии и практики при взривните работи.**
- Е. Безопасност на труда. Вентилация и климатизация.**
- Ж. Минерални технологии, рециклиране на минерални суровини и опазване на околната среда.**
- З. Зелена сделка. Кръгова икономика.**
- И. Икономически, управленски и социални аспекти при подземни, минно-добивни, преработвателни и строителни дейности.**

СЪДЪРЖАНИЕ

1	ВАРИАНТИ НА СЛОЕВА СИСТЕМА СЪС СУХО ЗАПЪЛНЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТВАНЕ НА ДЕБЕЛИ РУДНИ ЖИЛИ И ЗОНИ Кръстю Дерменджиев, Георги Стоянчев	1
2	ПРЕДПРОЕКТНО ПРОУЧВАНЕ ЗА ШАХТОВ ПОДЕМ НА ШАХТА „ВЪРБА-2“ ОТ НАХОДИЩЕ „ВЪРБА-БАТАНЦИ“ Димитър Анастасов, Живко Илиев	6
3	ТЕХНИКО-ИКОНОМИЧЕСКА ОПТИМИЗАЦИЯ НА ВТВЪРДЯВАЩОТО ЗАПЪЛНЕНИЕ В РУДНИК „ЧЕЛОПЕЧ“ Георги Стоичков, Делчо Делчев, Иван Георгакиев	14
4	ИЗБОР И ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ТВЪРДИ ОКАЧВАЩИ УСТРОЙСТВА ЗА МНОГОВЪЖЕНИ ПОДЕМНИ УРЕДБИ Живко Илиев	21
5	A HIERARCHICAL CLUSTERING AND CORRESPONDENCE ANALYSIS FRAMEWORK FOR CONFLICTS DETECTION AND RESOLUTION AMONG ALTERNATIVE MINING METHODS Dimitar Kaykov, Kremena Arsova-Borisova	27
6	ТУНЕЛНО-ПРОБИВНИ МАШИНИ ПОДХОДЯЩИ ЗА ГРАДСКИ УСЛОВИЯ Борислав Борисов, Веселин Балев	35
7	КОРОЗИЯ НА ПОДЗЕМНИ СТОМАНОБЕТОННИ СЪОРЪЖЕНИЯ – МЕТОДИ ЗА ЗАЩИТА И ПРЕВЕНЦИЯ Борислав Борисов, Павел Павлов	44
8	ПРОКАРВАНЕ НА ДРЕНАЖНА ПОДЗЕМНА МИННА ИЗРАБОТКА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ТУНЕЛО-ПРОБИВНА МАШИНА Георги Борисов, Станимир Гергов	53
9	ОБЕЗОПАСЯВАНЕ НА ПОСЛЕДСТВИЯТА ВЪРХУ СГРАДИ ОТ ВЗРИВНО РАЗРУШЕНИЕ НА КОМИН Николай Жечев, Хрисимир Христов, Рафаил Рафаилов	60
10	ПРОКАРВАНЕ НАКЛОНЕНА ГАЛЕРИЯ МЕЖДУ УЧАСТЪК „КРУШЕВ ДОЛ“ И УЧАСТЪК „ПЕТРОВИЦА“ – СБОЙКА МЕЖДУ ДВА РУДНИКА КЪМ „ГОРУБСО-МАДАН“ АД Десислава Атанасова-Венкова	67
11	ПРИЛОЖЕНИЕ НА 3D ЛАЗЕРНИ СКЕНЕРИ В МИННАТА ПРОМИШЛЕНОСТ Марио Георгиев, Росен Димитров, Христо Добрев, Сергей Михалев	76

12	ИНОВАТИВНИ МЕТОДИ ЗА КОНТРОЛ И УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОЦЕСИТЕ В МИННО - ДОБИВНИЯТ ОТРАСЪЛ Христо Танев	84
13	СЪВРЕМЕННИ МЕТОДИ ЗА ГЕОТЕХНИЧЕСКИ АНАЛИЗ И МОНИТОРИНГ ПРИ ТУНЕЛНО И ПОДЗЕМНОТО СТРОИТЕЛСТВОТО Веселин Балев	88
14	ВНЕДРЯВАНЕ НА БЕЗОЛОВНИ СРЕДСТВА ЗА ВЗРИВЯВАНЕ В РУДНИК „ЧЕЛОПЕЧ“ РАЗРАБОТЕНИ ОТ „ОРИКА“ Цветан Балов, Стефан Попов, Соня Юрукова, Стилиян Минкин	96
15	ЕЛИМИНАЦИЯ НА РИСКОВЕТЕ ЗА БЕЗОПАСНОСТ И ЗДРАВЕ ПРИ РАБОТА В ОГРАНИЧЕНИ ПРОСТРАНСТВА Александър Крилчев	102
16	СЪВРЕМЕННИ ТЕНДЕНЦИИ И ПРАКТИКИ ЗА РАЗВИТИЕ НА МИННО – СПАСИТЕЛНОТО ДЕЛО В БЪЛГАРИЯ Спас Пенков	110
17	СЪВРЕМЕННО СЪСТОЯНИЕ НА ТЕХНОЛОГИЯТА ИН СИТУ ИЗЛУЖВАНЕ (ISL) ЗА ДОБИВ НА МЕД И УРАН Георги Савов, Иван Гюров	115
18	МИННОТО ДЕЛО И ЕНЕРГЕТИКАТА – ОПРЕДЕЛЯЩИ И ОСИГУРЯВАЩИ УСТОЙЧИВОТО РАЗВИТИЕ НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ XXI ВЕК Евтим Кърцелин, Станислав Топалов, Иван Марков	124
19	АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО И ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ПОДЗЕМЕН ДОБИВ И ОБУЧЕНИЕ НА КАДРИ С ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ Кръстьо Дерменджиев, Кирил Куцаров, Георги Дачев	138
20	НЕОБХОДИМО ЛИ Е БАКАЛАВЪРСКО ОБУЧЕНИЕ ПО СПЕЦИАЛНОСТ „ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НА ВЗРИВНИТЕ РАБОТИ“ Кръстьо Дерменджиев, Георги Дачев, Кирил Куцаров	142
21	ОБУЧЕНИЕТО НА ЧОВЕШКИТЕ РЕСУРСИ В ПОДЗЕМНИЯ ДОБИВ И МИННОТО СТРОИТЕЛСТВО В БЪЛГАРИЯ Валентин Коцаков	147
22	ИНОВАТИВНИ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРЕПОДАВАНЕ НА ИНЖЕНЕРНА ТЕРМИНОЛОГИЯ НА ЧУЖД ЕЗИК ПОСРЕДСТВОМ ОБРАЗОВАТЕЛНАТА ПЛАТФОРМА QUIZLET Велислава Паничкова, Моника Христова	156

ВАРИАНТИ НА СЛОЕВА СИСТЕМА СЪС СУХО ЗАПЪЛНЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТВАНЕ НА ДЕБЕЛИ РУДНИ ЖИЛИ И ЗОНИ

Кръстю Дерменджиев, e-mail: krderm@mgu.bg
Георги Стоянчев, e-mail: g.stoyanchev@mail.bg

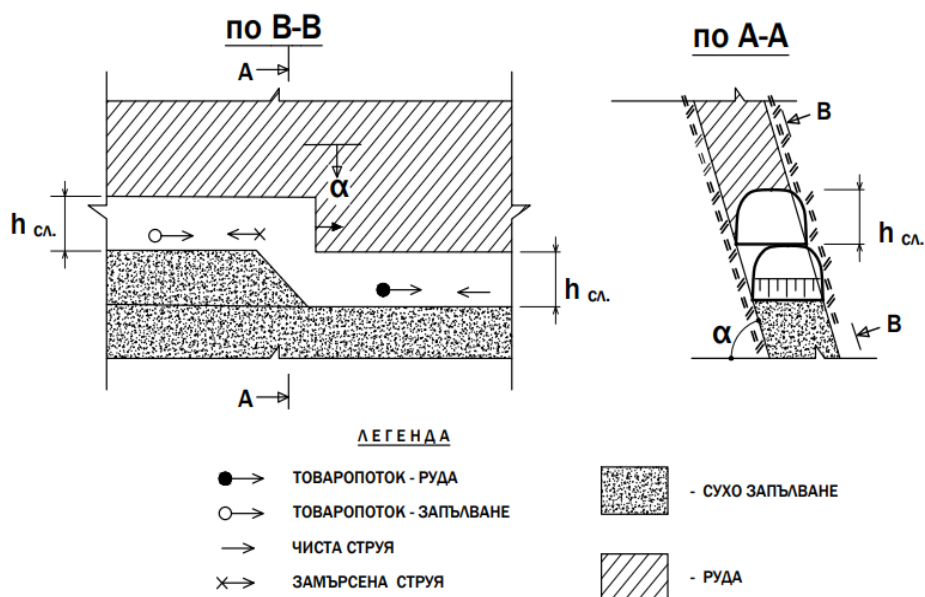
ABSTRACT

Layer systems in different variants and subvariants are widely used in the seizure of ore veins, bodies and zones of different thicknesses. With strict surface protection requirements, variants with dry and hydraulic filling are mainly used. The report presents various possible variants of a layer system with dry filling for the development of ore veins and zones with a thickness ranging from 4-5 to 10-12 m.

1. Общи положения

Слоевите системи на разработване се прилагат широко в минната практика. Прилагат се различни варианти: с обрушаване; с хидравлично и сухо запълване; с възходящ и низходящ ред на отработване на слоевете в добивния блок; с крепене и без крепене на добивното пространство и др.

При сухо запълване на издетото пространство слоевете се отработват във възходящ ред. Основната схема на работа е последователната: най-напред се изземва добивния слой, след което той се запълва. В този случай вентилацията е „глуха“, с използване на вентилатори за местно проветряване. В [1] са разгледани предимствата и недостатъците на две основни схеми на работа при слоева система със сухо запълнение. Там е изтъкнато, че повече предимства има паралелната схема на работа. При нея се извършва едновременна работа по добив и запълване в два съседни слоя, с осигуряване на проходяща вентилация. На фиг.1 е показана схематично тази технологична схема на работа.



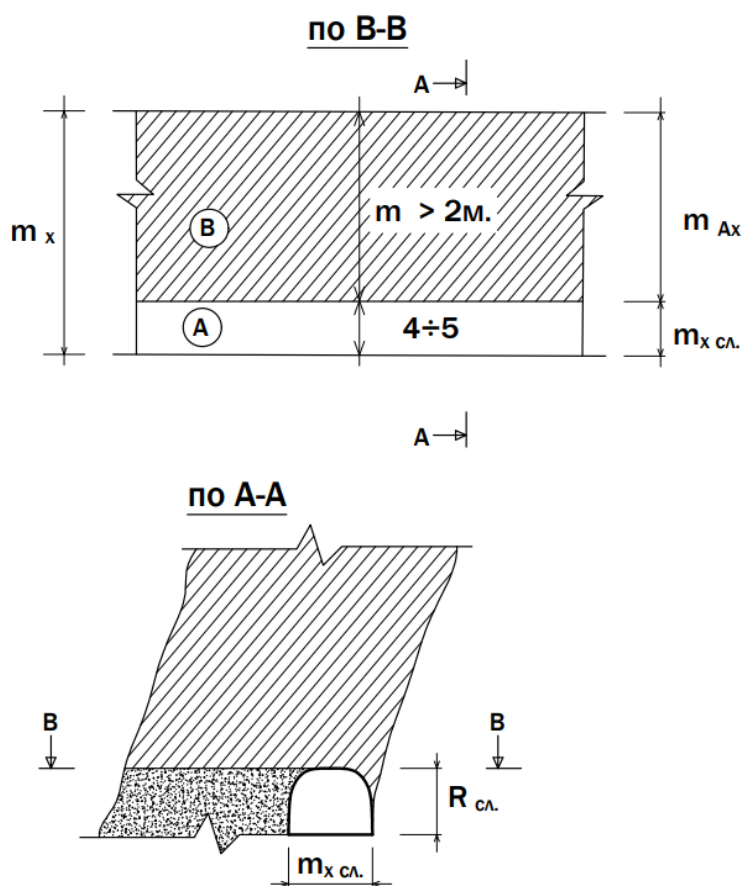
фиг.1

Посочената схема може да бъде прилагана при разработване на рудни жили и зони с дебелина 3-5 m и сравнително устойчиви вместващи скали и руди. При дебелини над 5 m посочената схема на работа е необходимо да бъде модифицирана. По-нататък са представени някои авторски виждания за

изземването на рудни жили и зони с такива дебелини. При разработването на различните вариантни решения са залегнали изискванията: паралелна работа в два съседни слоя - един в добив и един в запълване и осигуряване на проточна вентилация в работното пространство.

2. Възможни варианти и подварианти

Анализът на ситуацията при изземването на мощните зони и жили със сухо запълване показва, че за осигуряването на проточна вентилация е необходимо работното пространство да бъде разделено на две части: слоева галерия в добив и поддържане и допълнителни добивни слоеви изработки за отработване на рудната зона извън сечението на основната слоева галерия. Двете части ще имат различен статут. Словата галерия трябва да се прокарва с добивни работи и да се поддържа за вентилационни цели. Допълнителните изработки ще бъдат в добив и след това в запълване. В състояние на запълване ще се намира долната слоева галерия, фиг.2.



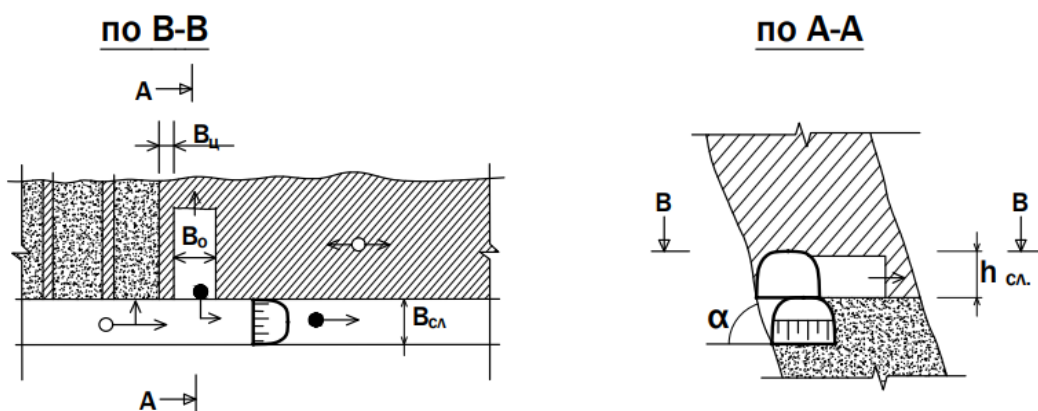
фиг.2

Ако приемем, че ще прилагаме основната схема на работа в план, рудната зона с по-голяма дебелина от 5-6m ще изглежда както е показано на фиг.2 . Част А от зоната е иззета със слоевата галерия в долнище, а част В е остатък от слоя откъм горнище.

От схемата се вижда, че встрани от галерията остава неиззета част от слоя. Когато тази част е малка, до 1-2 m. може да се направи опит тя да бъде иззета в рамките на слоя с повишена ширина, до 6 m. Затова е необходимо да е налице устойчив минен масив. При неустойчиви руда и вместващи скали и невъзможност да се поддържа необходимото работно пространство трябва да се приложат други схеми на нарязване и добив в рамките на два съседни работни слоя.

Прилагането на основната схема на работа ще изисква изземването на останалата част от слоя с допълнителни добивни изработки. В зависимост от вида на тези изработки може да се предложат различни варианти на системата. По нататък са представени няколко варианта за работа в добивен слой:

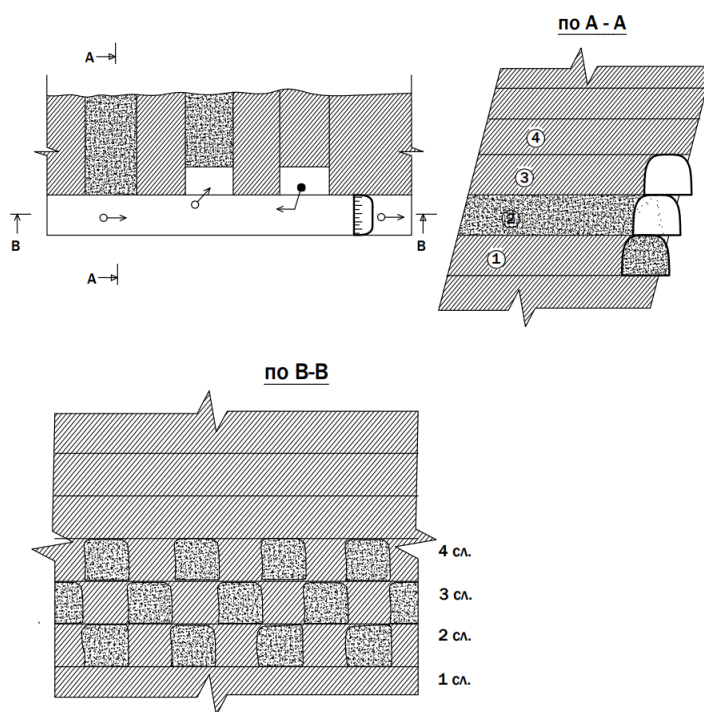
1-ви вариант: Работен слой с основна слоева галерия и ортови добивни изработки. За реализация на този вариант е необходимо оставяне на целик между ортовете / фиг.3/. Размерите на този целик ще се определят от устойчивостта на орта. На фиг. 3. и фиг.4. са представени два възможни варианта за реализация на тази система в рамките на добивен блок. Може да бъдат реализирани два подварианта: оставяне на тесни 1-1,5 m целици и оставяне на дебели целици с дебелина 2-4 m разположени шахматно.



B_o - ширина на добивен орт

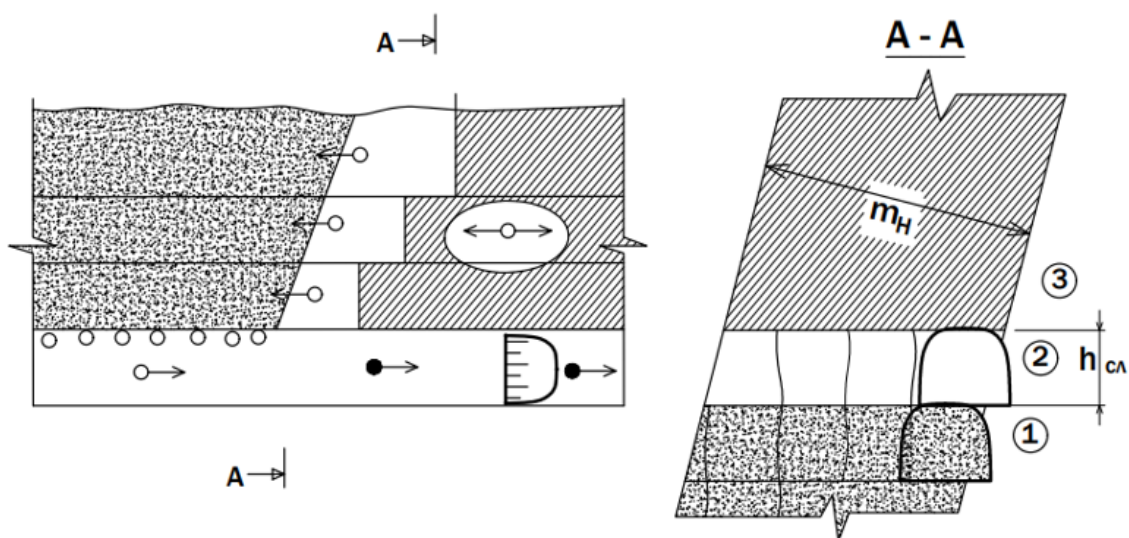
$B_{ц}$ - предпазен разделителен целик

фиг.3. Слоева галерия с допълнителни ортови добивни изработки



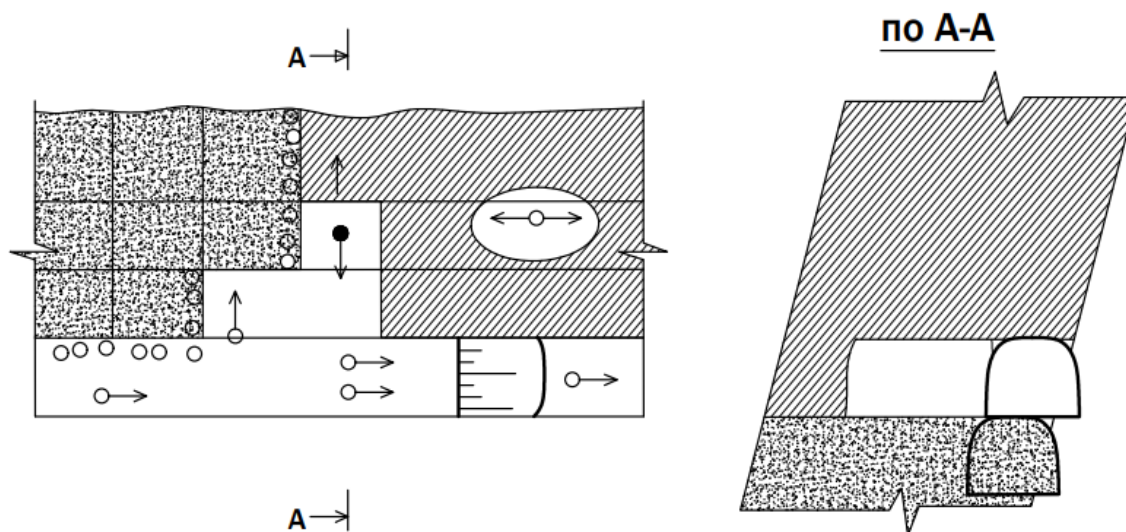
фиг. 4. Слоева галерия с ортови изработки разположени шахматно

2-ри вариант: Работен слой с основна слоева галерия в долнище и паралелни на нея слоеви галерии. Забоите на тези паралелни изработки се движат с известно изоставане от основната слоева галерия. Отбитата руда от тях се натоварва с челни товарачи и се пресипва на долната слоева галерия, от където се извозва извън блока. Непосредствено след добивните работи се извършва запълване на издетото пространство с механични средства за челно запълване. За управление на скалния натиск и осигуряване на устойчивост на работните пространства се поддържат подходящи разстояния между добивните забои в слоя, фиг. 5.



фиг.5. Слоева галерия и добивни ленти успоредни на нея

3-ти вариант: Работен слой с основна слоева галерия и добивни заходки. Последователно, след напредъка на основната слоева галерия се прокарва добивната заходка. Добитата руда се натоварва с челен товарач и се пресипва в долната основна слоева галерия, намираща се и в запълване. При прокарването на орта се изгражда оградителен рамков крепеж, с който се ограничава и поддържа запълненото пространство. След приключване на добивните работи в заходката, тя се запълва с механични средства за челно запълване, фиг.6.



фиг.6. Слоева галерия и заходки перпендикулярни на нея

4-ти вариант: Работен слой с основна слоева галерия в долнище и напречна глуха лента, както при вариант 3 фиг.б., добивните работи в слоевата галерия и глухата лента се извършват последователно с известно изпреварване на работата в основната слоева галерия. След осъществяване на един напредък на общото призабойно пространство се извършва неговото запълване.

3. Анализ и оценка на вариантите

Разгледаните най-общо варианти на системата, съдържат в себе си множество подварианти. Те може да се формират на базата на различия като: организация на работата в добивния слой; организация и начин на транспорта на добитата руда и запълнението; крепенето и управлението на скалния натиск; параметрите на взаимодействие при провеждане на миннодобивните и запълвачни работи – изоставане и изпреварване и др.

При всички посочени варианти може да се проектират множество подварианти в зависимост от параметрите на взаимодействие между добивните, нарезните и запълвачните работи в рамките на работния слой и слоят в запълване.

При посочените по-горе варианти за изземване на допълнителната част от слоя ще бъде необходимо осигуряването на временната устойчивост на работното пространство, запълването с подходящи механични средства, специализирани за челно запълване (Spreading Mashine) и спомагателни крепежи за осигуряване устойчивостта на запълнените пространства в работния слой и слоевата галерия.

Анализът и оценката на вариантите може да се извърши на базата на качествени критерии за оценка. При условие, че във вентилационно отношение вариантите не се различават съществено, то оценката на вариантите може да се извърши на база на следните критерии: сложността на създадената геомеханична ситуация в зоната на добивните и запълвачни работи; сложност при управлението на скалния натиск; сложност при крепене и осигуряване устойчивостта на призабойното пространство; ефективността и рационалността на транспорта в призабойното пространство и големина на допусканите загуби.

Литература

- [1] МИЛЧЕВ, М., Кр. Дерменджиев. Очаквани прояви на скалния натиск при слоева система с възходящ ред на изземване и запълване. Сб. докл. от X Международна конференция по Геомеханика, 19–23 септември 2022., Варна, България, с.74–82
- [2] ДЕРМЕНДЖИЕВ, Кр. Използване на електронни таблици при разработване и вземане на минни решения. // Год. МГУ, 55, 2012, №2, с.18-22.
- [3] ДЕРМЕНДЖИЕВ, Кр., Г. Стоянчев, К. Куцаров. Крепеж за добивни изработки при разработване на неустойчиви рудни жилни и пластообразни залежи. Сб. докл. от X Международна конференция по Геомеханика, 19–23 септември 2022., Варна, България, с.53–58.

ПРЕДПРОЕКТНО ПРОУЧВАНЕ ЗА ШАХТОВ ПОДЕМ НА ШАХТА „ВЪРБА-2“ ОТ НАХОДИЩЕ „ВЪРБА-БАТАНЦИ“

Проф. д-р Димитър Анастасов, „Еко Ток“ ЕООД, E-mail: danastasov@hotmail.com
д-р Живко Илиев, МГУ „Св. Иван Рилски“, E-mail: jivko.iliev@mgu.bg

FEASIBILITY STUDY FOR A MINE SHAFT HOIST OF THE “VURBA-2” SHAFT IN THE “VURBA- BATANCI” FIELD

Prof. Dr. Dimitar Anastasov, „EkoTok“ Ltd, E-mail: danastasov@hotmail.com
Dr. Zhivko Iliev, University of Mining and Geology” St. Ivan Rilski”, Sofia, E-mail: jivko.iliev@mgu.bg

ABSTRACT

This feasibility study deals with the creation and evaluation of an option for a mine shaft hoist of ore and rock mass at the “Vurba-2” shaft in quantities of 200,000 t of ore and 60,000 t of rock mass. In general, several variants have been created including a mine hoist with a single-deck cage and a wagon VNR – 1,7, a double-deck cage, a skip with volume of 2 m³, a skip cage with one wagon and a skip with a volume of 2 m³. The use of mobile mechanization for mining and combining the shaft lift is foreseen in the discussed variants. As a result of the study, an innovative option for a mine hoist of the “Vurba-2” shaft was constructed.

Key words: mine shaft hoist; mining winders.

Въведение

Вертикална шахта „Върба-2“ е прокарана през 80-те години на XX век и е закрепена със стоманобетон от кота 940 (на повърхността) до кота 175 (зумпфа). Шахтата не е оребрена.

При прокарането ѝ на хоризонт 290 е пресечен мраморен пласт с метасоматични орудявания.

По данни от геоложкото проучване чрез сондиране са установени доказани и вероятни запаси от 184 000 t (олово, цинк, мед и сребро) с природна ценност от 120 000 000 \$.

В заданието по КЦМ 2000 се изисква разработване на варианти за подем на руда 200 000 t/год., подем на скална маса 60 000 t/год., използване на вагони ВНР 1,7, скип с обем 2,0 m³; надшахтова кула на ниво 940 подземна камера за подема на хоризонт 740, плътност на рудата 3,5 t/m³; плътност на скала 2,5 t/m³.

Добивът на руда се осъществява чрез мобилна механизация – карети, челни товарачи и подземни камioni с товароносимост 20 t. Транспортът на руда до Рудоземската обогатителна фабрика е с вагони ВНР 1,7 и електровози по щолнята на хоризонт 740.

Цел на настоящото предпроектно проучване е разработването на варианти за шахтов подем на руда и скална маса чрез използването на: едноетажна клетка; скип; двуетажна клетка; скипклетка. [1]

Специално внимание се обръща при конструиране на необходимите изработки в рудничните дворове, осигуряващи процесите при товарене на рудата и скалната маса, както и подемот им.

I-ви вариант – Подем с едноетажна клетка за вагони ВНР-1,7 (фиг. 1). Конструкция на минните изработки

Предвижда се изграждане на надшахтова кула, сграда за подемната уредба и зала за управление на подема на кота 940 (на повърхността). Подемот се осъществява с едноетажна клетка за вагони ВНР-1,7 от хоризонт 290 до хоризонт 740.

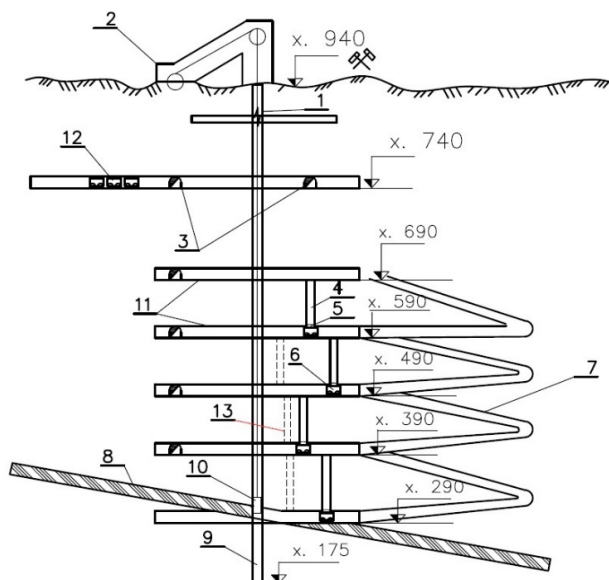
Етажните галерии се прокарават през 100 m (височина на етаж) от хоризонт 290, хоризонт 390, хоризонт 490, хоризонт 590 и хоризонт 690.

Добитата руда се транспортира по наклонени изработки с подземни автосамосвали 20 t до рудоспусъците, които са свързани с етажните галерии и имат височина от 100 m. В горната си част рудоспусъците са оборудвани с метални скари с отвори 400 x 400 mm и хидравлични чукове за раздробяване на негабарити. В долната си част рудоспусъците са оборудвани с виброрюкове с производителност от 150 ÷ 250 m³/h за товарене на рудата във вагони ВНР-1,7.

Времето за товарене с виброрюк във вагон е от 2,50 m³/min до 4,17 m³/min.

Между хоризонтите 290, 390, 490, 590, 550 се прокарват скалоспусъци за акумулиране и товарене на скална маса, оборудвани както рудоспусъците.

Рудоспусъците и скалоспусъците се прокарват чрез Рейсбор технология с диаметър 2,0 m – колкото е широчината на коша на подземен камион с товароподемност 20 t. Възможно е разделяне на товаропотоците- руда и скална маса.



Фигура 1.

На фигура 1 е дадена схема на Шахта „Върба - 2“ – едноетажна клетка за ВНР – 1,7. На схемата са изобразени конструктивни елементи следните позиции: 1 – вертикална шахта; 2 – подемна уредба; 3 – рудничен двор; 4 - рудоспусък; 5 – виброрюк; 6 – вагон; 7 – наклонена изработка за 20 t подземен камион; 8 – мраморен пласт; 9 – зумпф; 10 – клетка за ВНР – 1,7; 11 – етажни галерии; 12 – транспорт трелеи и 13 – скалоспусък.

II-ри вариант – Подем със скип с вместимост 2 m³ (ФИГ. 2). Конструкция на минните изработки

При този вариант се предвижда изграждане на надшахтова кула, естакада, сграда за подемната машина и зала за управление на ниво 940. За подем на рудата и скалната маса ще се използва скип с обем 2 m³.

Добитата руда се транспортира до бункери, разположени на хоризонти 390, 490, 590 с подземни автосамосвали с товароподемност 20 t.

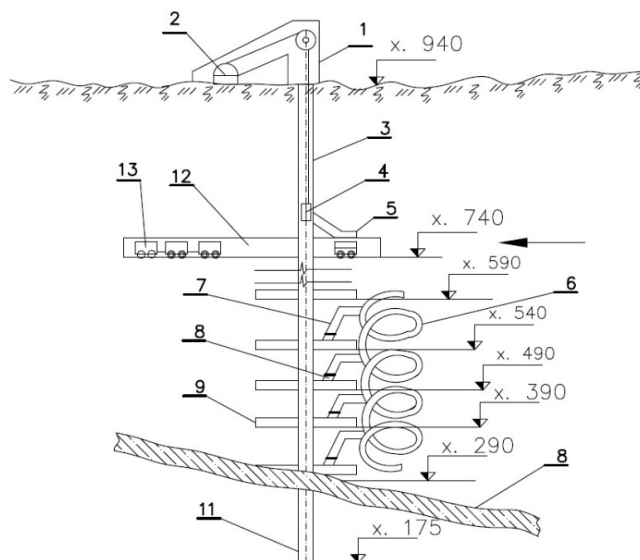
В долната част на бункерите са монтирани дозаторни устройства с обем или тегло, отговарящо на вместимостта на скипа. Товаренето на скипа е циклично.

Бункерите с височина около 100 m се прокарват чрез Рейсбор технология.

Дозаторите са автоматизирани за полезен товар или за ниво на напълване на скипа.

Разтоварването на рудата се извършва на ниво 790 в рудоспусък, оборудван с вибролюк. От него рудата се товари във вагони ВНР-1,7 и с помощта на тролей се извозва до Рудоземска обогатителна фабрика по хоризонт 740.

На *фигура 2* е показана схема на Шахта „Върба - 2“ – с вертикален подем със скип – 2 m². На схемата имаме следните позиции: 1 – надшахтова кула; 2 – подемна уредба; 3 – вертикална шахта; 4 – скип; 5 – вибролюк; 6 – наклонена изработка; 7 – бункер; 8 – дозатор; 9 – етажна галерия; 10 – мраморен пласт; 11 – зумпф; 12 – щолня хор. 740 и 13 – транспорт с тролей.



Фигура 2

III-ти вариант – Подем с двуетажна клетка за вагони ВНР-1,7 (фиг. 3) Конструкция на минните изработки

При варианта за използване на двуетажна клетка за вагони ВНР-1,7 се предвижда изграждане на подземни изработки за подемната уредба, зала за управление на подема и наклонена изработка за подемните въжета.

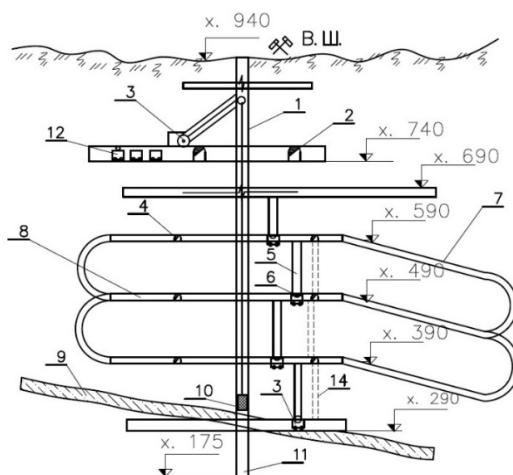
Етажните галерии се прокарват през 100 m от хоризонти 290; 390; 590; 690 и са свързани с наклонените изработки за движение на подземните автосамосвали, като сеченията им са 14 m³, за среден клас техника.

Рудоспусъците и скалоспусъците се прокарват чрез Рейсбор технология с диаметър 2 m³, като в долната им част се монтират вибролюкове за товарене във вагони ВНР-1,7.

Подемът от отделните хоризонти до хоризонт 740 може да се осъществява чрез разделянето на товаропотоците – на руда и на скала.

Предимството на този вариант е увеличената производителност на подема и 200 m по-малка дължина на подемните въжета.

На *фигура 3* е дадена схема на Шахта „Върба - 2“ – с вертикален извоз с двуетажна клетка за ВНР – 1,7. На схемата позициите са: 1 – вертикална шахта; 2 – рудничен двор х. 740; 3 – подемна уредба; 4 – рудничен двор хор. 590,490,390 и 290; 5 – рудоспусък; 6 – вибролюк; 7 – наклонена изработка; 8 – етажна галерия; 9 – мраморен пласт; 10 – двуетажна клетка; 11 – зумпф; 12 – транспорт с тролей; 13-вагон и 14 – скалоспусък.



Фигура 3

IV-ти вариант – Подем със скипоклетка (фиг. 4) Конструкция на минните изработки

При този вариант се използва предимството на подем със скип 2 m^3 и клетка за вагон ВНР-1,7. За целта се прокарват рудоспусъци и скалоспусъци за товарене на руда и скална маса във вагони. Достъпът до тях се осъществява чрез наклонени изработки и етажни галерии на хоризонти 290; 390 и 490.

В горната си част рудоспусъците и скалоспусъците са оборудвани с метални скари и хидравлични бутобои за разтрошаване на негабаритни късове. Металните скари са с отвори $40 \times 40 \text{ cm}$.

Прокарването на вертикалните изработки се осъществява чрез Рейсбор технология. Те служат както за акумулиране на руда, така и за осредняване (шихтоване) на рудната маса.

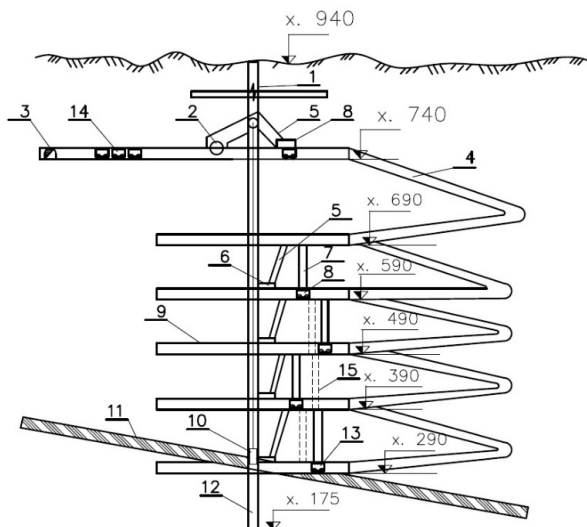
Товаренето във вагони ВНР-1,7 се изпълнява от вибролюкове (за руда и за скала).

Използването на скип 2 m^3 за подем на руда изисква дозирано товарене от бункер, който в долната си част е оборудван с дозатор.

Подемът от хоризонти 290; 390 и 490 се финализира на хоризонт 740, където се пренасочват вагоните, а скипът се разтоварва дънно в бункер.

Вариантът позволява разделяне на товаропотоците от руда и скална маса в съотношение 3:1 в полза на рудния поток.

При този вариант се предлага разполагане на подемната машина, залата за управление на подема да бъде на ниво 740. Това спестява 200 m подемно въже и по-кратко време за подема със скипоклетка.



Фигура 4

На фигура 4 е дадена схема на Шахта „Върба - 2“ – с вертикален извоз със скипоклетка. На схемата са изобразени конструктивни елементи със следните позиции: 1 – вертикална шахта; 2 – подемна машина; 3 – щолна х. 740; 4 – наклонена изработка; 5 – бункер; 6 – дозатор; 7 – рудоспусък; 8 – вибролюк; 9 – етажна галерия; 10 – скипоклетка; 11 – мрамори; 12 – зумпф; 13- вагон; 14 – извоз с тролей и 15 – скалоспусък.

Определяне на броя курсове и времето за 1 цикъл при $t_{см.} \cdot 6 h$

а) Брой курсове при подем на руда за 1 смяна със скипоклетка и 1 вагон ВНР-1,7 и скип с обем 2 м³

$$N_{см.р.} = A_{см.р.} \times \frac{K_p}{V_p} = 73,3 \times \frac{1,7}{3,7} = 33,7 \text{ курса} \quad (1)$$

б) Брой курсове при подем на скална маса

$$N_{см.ск.м.} = A_{см.ск.м.} \times \frac{K_p}{V_p} = 31 \times \frac{1,7}{3,7} = 14,2 \text{ курса} \quad (2)$$

в) Време за 1 цикъл – скипоклетка и $t_{см.} \cdot 6 h$

$$T = \frac{t_{см.}}{N_{см.р.} + N_{см.ск.м.}} = \frac{6 h \cdot 60 \text{ min} \cdot 60 \text{ sec}}{33,7 + 14,2} = \frac{21\,600 \text{ sec}}{47,9 \text{ курса}} = 451 \text{ sec} = 7,52 \text{ min} = 7 \text{ min и } 31 \text{ sec} \quad (3)$$

В таблица 1 са посочени различните видове подем за руда и скална маса за едноетажна клетка с вагон ВНР-1,7 (No 1); скип с обем 2 м³ (No 2); двуетажна клетка с вагони ВНР-1,7 (No 3) и скипоклетка с вагон ВНР-1,7 и скип 2 м³ (No 4). [2]

Таблица 1

N o	Обем вагон, скип, скипо- клетка	Коефициент на разбухване	Сменна производителност руда скала, м ³ /см.	Брой курсове руда и скала за смяна	Време за 1 курс
1.	1,7	1,7	104,3	104,3	3 min и 27 sec
2.	2,0	1,7	104,3	88,6	4 min и 4 sec
3.	3,4	1,7	104,3	52,1	6 min и 55 sec
4.	3,7	1,7	104,3	47,9	7 min и 31 sec

V-ти вариант – Подем с двуетажна клетка за вагони ВНР-1,7 (фиг. 5) Конструкция на минните изработки

При този вариант се предвижда оформяне на два отделни бункера с обем 28 м³ за акумулиране на руда и скална маса с цел намаляване на цикличността при товаренето със скреперни уредби.

До бункерите достъп се осъществява с наклонени изработки със сечение 14 м² с наклон 9°, по които се движат 20 тонни подземни автосамосвали ТН-320 на фирма Sandvik.

В горната част на наклоните си прокарват разсечки за маневриране на подземните камиони.

Вагоните ВНР-1,7 са разположени в рудничните дворове на нивото на етажните галерии, даващи достъп до вертикалната шахта.

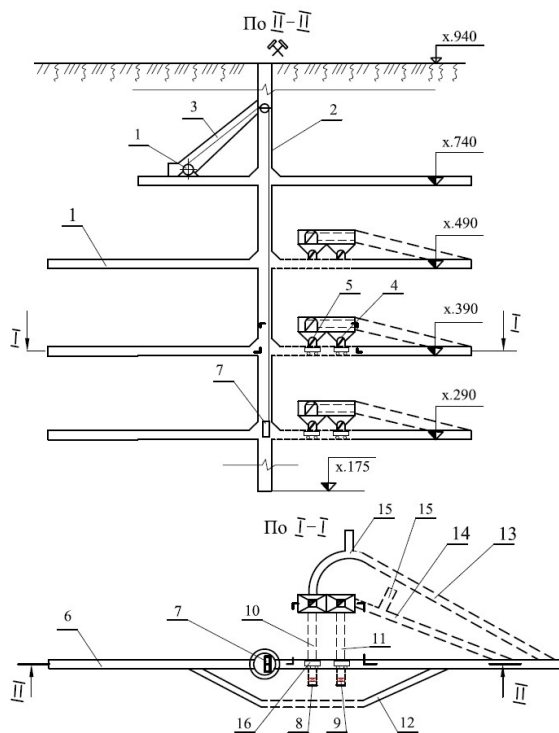
За маневриране на вагоните се прокарва обходна галерия, осигуряваща совалково движение за пълни и празни вагони.

Акумулираната руда и скална маса от бункерите се товари със скреперни уредби по две независими траншеи със сечение 6,7 м² (2,70 x 2,70), като за целта се оформят скреперни ниши за разполагане на скреперните лебедки и пулта за управлението им.

Представеният вариант позволява разделяне на товаропотоците с руда и скална маса, както и транспорта с подземни автосамосвали до съответните бункери.

Конструкцията от минни изработки в рудничните дворове се отнасят за хоризонти 290; 390 и 490.

Подемът се осъществява от подемна уредба, базирана на ниво 740, като се оформя и подземна камера за подемната машина и зала за управлението ѝ. Подемните въжета се разполагат в наклонена изработка, свързваща камерата и вертикалната шахта.



Фигура 5

На фигура 5 е дадена схема на Шахта „Върба - 2“ – с двуетажна клетка за ВНР – 1,7 и скреперно товарене от траншея. На схемата имаме следните позиции: 1 – подемна машина; 2 – вертикална шахта; 3 – наклонена изработка; 4 – бункер за руда; 5 – бункер за скална маса; 6 – етажна галерия; 7 – двуетажна клетка; 8 – скреперна ниша; 9 – скреперна лебедка; 10 – траншея за руда; 11 – траншея за скална маса; 12 – обходна галерия; 13- подход за бункера за руда(наклонка); 14 – подход за бункер за скална маса и 15 – разсечки за маневриране и 16. Вагон ВНР -1,7.

VI-ти вариант – Подем със скипоклетка за вагони ВНР-1,7 и скип с обем 2 m³ (фиг. 6) Конструкция на минните изработки

Характерното за този вариант е използването на комбиниран подем - с клетка за вагони ВНР-1,7 и скип с обем 2 m³, обединени в скипоклетка. [3]

Добитата от забоите руда и скална маса се транспортиран с подземни камиони ТН-320 до акумулиращите бункери по наклонени изработки със средно сечение 14 m², като за разтоварването е необходимо да се осигури височина на камерата от 4,70 m.

От бункерите за руда и скална маса товаренето се извършва от челен товарач ЛН-201 с мощност 59 h.p. и стандарт за твърди прахови частици и отделяне на СО – Евро III. Това изисква съобразяване на местната вентилация с посочения евро стандарт.

Рудата се доставя до вагони ВНР-1,7 от бункера по разсечка за товарене и до дозатора по специален подход.

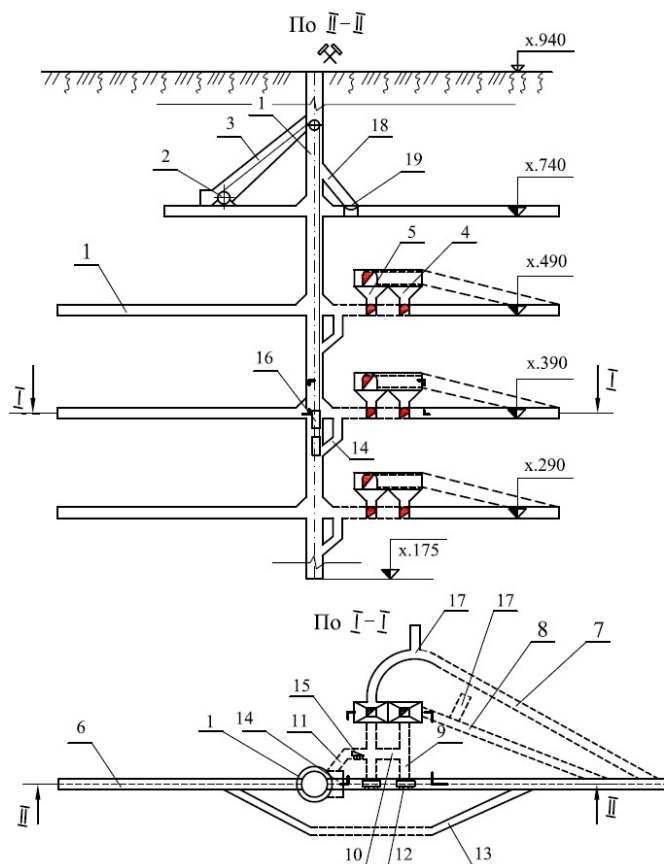
Между разсечките за товарене на руда и скална маса се прокарва разсечка за маневриране на челния товарач. Сечението на тези минни изработки е 6,70 m².

За маневриране на вагоните (пълнен – празен) се прокарва обходна галерия, заобикаляща шахтата и свързваща етажните галерии. Схемата за движение на вагоните е от совалков тип.

При VI-ти вариант се предвижда подземно разполагане на подемната уредба и залата за управление на подема на хоризонт 740. От това ниво се прокарва наклонена изработка със сечение 6 m² за разполагане на подемните въжета.

За разтоварване на скипа се изгражда бункер с обем 10 m³ на ниво 750, като в долната му част се монтира вибролюк за товарене на рудата във вагони ВНР-1,7.

Подземният транспорт се осъществява с тролей по хоризонт 740 до Рудоземска обогатителна фабрика.



Фигура 6

На фигура 6 е дадена схема на Шахта „Върба - 2“ – за шахтов подем със скипоклетка и челен товарач. На схемата имаме конструктивни елементи със следните позиции: 1 – вертикална шахта; 2 – камера за подемна уредба; 3 – наклонена изработка; 4 – бункер за скална маса; 5 – бункер за руда; 6 – етажна галерия; 7 – подход за бункер за руда; 8 – подход за бункер за скална маса; 9 – разсечка за товарене; 10 – разсечка за маневра; 11 – подход за дозатор за скип; 12 – вагон ВНР- 1, 7; 13- обходна галерия; 14 – дозатор за скип; 15 – челен товарач; 16. - скипоклетка; 17 – разсечка за маневриране; 18 – бункер за руда и вибролюк.

Заклучение

Представените шест варианта целят приемане на иновативно решение за експлоатация на шахта „Върба – 2“ и в частност ефективен подем.

От така представените варианти предлагаме да се избере VI-ти вариант, който осигурява следните предимства:

- Ефективно разделяне на потоците от руда и скална маса;
- Комбинирано товарене на руда във вагони ВНР-1,7 и в скипа с обем 2,0 m³;
- Осигуряване на акумулиращи обеми от руда и скална маса в бункерите (намаляване цикличността при товарене).
- Използване на челен товарач LH-201 с обем на коша 0,5 m³, осигуряващ по-добра автономност и производителност спрямо скреперите;
- По-висока производителност на шахтовия подем (3,7 m³ за цикъл) и осигуряване на втори механизирани изход за миньорите.

Литература:

1. Договор No 23-17-ИП/20.04.2023 г. на „Еко Ток“ ЕООД и Минпроект АД.
2. Илиев Ж. „Изследване режима на работа и обосноваване на рационални параметри на ролкови направляващи устройства на подемни съдове за руднични клеткови подемни уредби“, Дисертация за ОНС „Доктор“, МГУ „Св. Иван Рилски“, 2015.
3. „Еко Ток“ ЕООД, Илиев Ж. Заявка за патент вх. No BG/P/2024/113874 от 22.03.2024 г. Метод за подем на руда със скип и конструкция за приложението

ТЕХНИКО-ИКОНОМИЧЕСКА ОПТИМИЗАЦИЯ НА ВТВЪРДЯВАЩОТО ЗАПЪЛНЕНИЕ В РУДНИК „ЧЕЛОПЕЧ“

Георги Стоичков, Делчо Делчев, Иван Георгиев

РЕЗЮМЕ

Настоящият доклад има за цел да представи смяната на типа на свързващото вещество (цимент) във втвърдяващото запълнение, което се използва за запълване на иззетите пространства (добивни камери) в рудник „Челопеч“.

Необходимостта от промяна се обуславя от експлоатацията на рудни тела с малка мощност, което изисква по-голяма гъвкавост при добива на руда и необходимост от по-бързо изземване на вторичните добивни камери, които са в съседство със запълнени камери. Това води до необходимост от намаляване периода за достигане на нужната якост. Намаляването на количеството цимент допринася за оптимизиране на производствените разходи и намаляване на въглеродния отпечатък.

TECHNICAL AND ECONOMIC OPTIMIZATION OF CEMENTED PASTE BACKFILL IN "CHELOPECH" MINE

Georgi Stoichkov¹, Delcho Delchev², Ivan Georgakiev³

¹Dundee Precious Metals, Bulgaria, georgi.stoichkov@dundeeprecious.com

²Dundee Precious Metals, Bulgaria, delcho.delchev@dundeeprecious.com

³Dundee Precious Metals, Bulgaria, ivan.georgakiev@dundeeprecious.com

ABSTRACT

The report presents the change of binder (cement type) in the paste backfill used to fill the mined out production stopes in Chelopech underground mine.

The need for change is driven by the extraction of relatively small orebodies, which requires greater mining flexibility and the need for earlier backfill exposure by secondary open stopes, adjacent to backfilled ones. This leads to a necessity of reduction the time to reach the required pastefill strength. Reducing the amount of cement used as a binder in the backfill contributes to optimizing production costs and reducing the carbon footprint.

УВОД

Запълването на иззети минни пространства е ключов процес от технологията на добив, прилагана в рудник Челопеч, респективно за устойчивото поддържане на 2 200 000 t годишен добив на руда. Едновременно със запълването на иззетите минни пространства в рудника, качеството на пастовото запълнение (ПЗ) трябва да гарантира устойчивост при различни размери на последващо откритите, от отваряне на вторични камери, стени на образувалия се след втвърдяването му изкуствен целик.

В условията на непрекъснатото развитие на минните работи в дълбочина, за дадената производителност на рудника, се изисква все по-бързото и ефективно запълване на иззетите минни пространства. Това налага търсенето на оптимизационни решения, водещи до по-безопасна работа, непрекъснатост, стабилност, ефикасност, икономическа ефективност и гъвкавост, както на този работен процес, така и на технологията на добива като цяло.

До средата на 2022 година в рудник Челопеч се използва свързващо вещество (цимент) тип СЕМ I 42.5 R-SR (сулфатостойчив). При проектирането, за пастово запълнение с този тип свързващо вещество, минималното време за достигане на зададената проектна якост (якостта достатъчна да се „оголи“

запълнението) е минимум 90 дни, което към този момент, е тясно място за последващото отваряне на вече все по-малките по размери и повече като количество вторични добивни пространства. Това наложи стартиране на програма за технико-икономическа оптимизация на втвърдяващото запълнение, която включва: проучване на пазара за подходящи производства на свързващо вещество; изготвяне на тестови проби и сравнителен анализ на резултатите; тестване на резултатите, отговарящи на поставените критерии за ефективност в промишлени условия; внедряване на избрания вариант в производството.

В настоящия доклад са представени резултатите от тестването на проби втвърдяващо запълнение, изготвени по рецепти с различно свързващо вещество и извършения анализ за целите на оптимизирането на производствения процес по запълване на иззетите минни пространства.

МЕТОДИКА НА РАБОТА ПРИ ИЗГОТВЯНЕ НА ТЕСТОВИТЕ ПРОБИ НА ВТВЪРДЯВАЩО ЗАПЪЛНЕНИЕ

Изготвянето на тестовите проби се извършва в съответствие с вътрешен стандарт за ДПМ Челопеч {1}, в следната последователност:

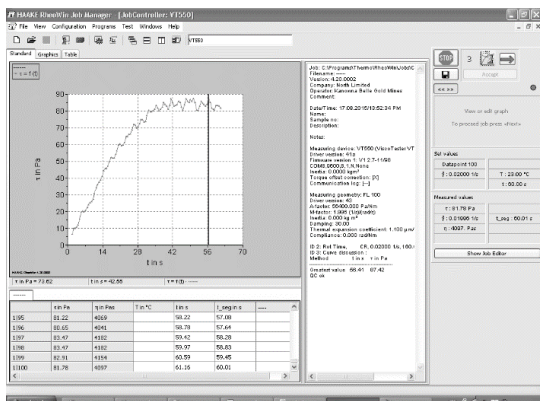
- Взема се хвост, отпадък от технологичния процес по обогатяване и производство на концентрат в обогатителната фабрика, от мястото, в което материалът се изсипва от гумено транспортната лента в миксера за ПЗ;
- Хвост с тегло 10 kg се поставя в пластмасов контейнер;
- Налетият в контейнера материал се разбърква и част от него се отделя в полиетиленов плик за определяне на влажност и зърнометричен състав;
- Съдът с хвост се затваря плътно, така че да се осигури пълното запазване на водата/ влагата в него;
- След събиране на цялото количество проби, определени за деня, контейнерите се транспортират до лабораторията по геомеханика, разположена на площадката на предприятието;
- В лабораторията, в различни съотношения, по изготвена рецепта, към хвоста се добавят цимент и при необходимост вода, и се смесват чрез разбъркване (снимка 1);
- Получената смес се изсипва в пластмасови цилиндри с диаметър $\Phi 100\text{mm}$ и височина 200mm. Така подготвените проби се поставят в оборудвани за целта шкафове, в които се създават условия, близки до тези в подземния рудник и се оставят за стягане;
 - Преди да се изсипе сместа в цилиндрите, се извършва тест за слягане с конуса на Абрамс (Снимка 3).
 - На малка част от сместа се извършва тест за определяне на вискозитета (Снимка 2).
- След предварително определен период от време, пробите се изваждат от шкафовете и цилиндрите, и се тестват за определяне на якостта им на едноосов натиск (Снимка 4);



Снимка 1



Снимка 2



Снимка 3



Снимка 4

За нуждите на изследването са изготвени пастови проби с еднакво съдържание на твърди частици (солиди) - 67%, към които са добавени различни количества и видове свързващо вещество (цимент) – 3,5%, 4,5% и 5,5%.

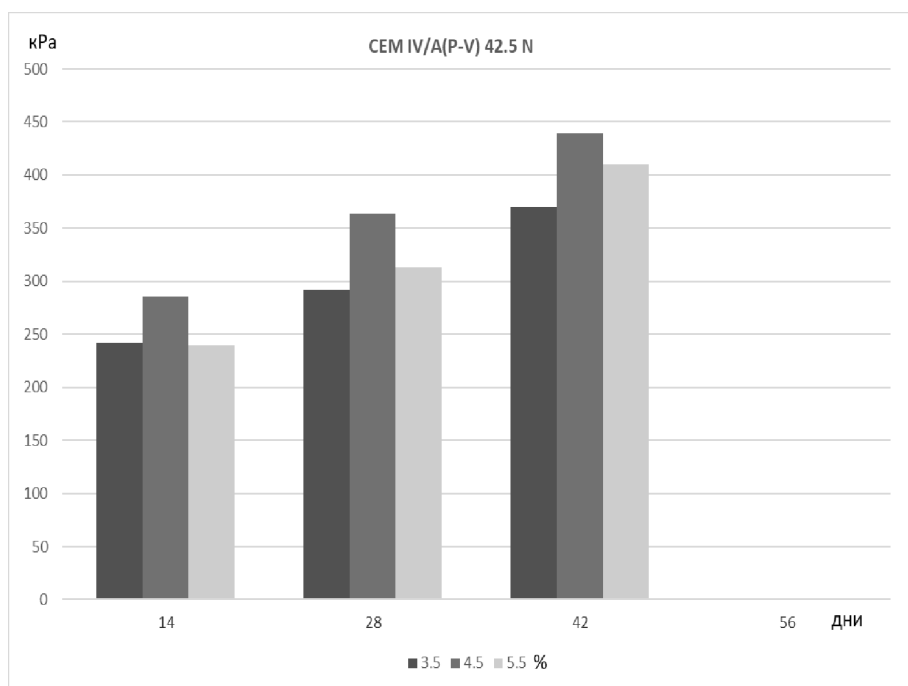
РЕЗУЛТАТИ ОТ ТЕСТВАНЕТО НА ПРОБИ ОТ ПАСТОВОТО ЗАПЪЛНЕНИЕ С РАЗЛИЧНИ ВИДОВЕ СВЪРЗВАЩИ ВЕЩЕСТВА

Пробите са тествани за якост на едноосов натиск (ЕН) в лаборатория по геомеханика, оборудвана с необходимите уреди и съоръжения, намираща се на територията на предприятието.

В таблици 1 до 4 са представени резултатите за различните видове свързващи вещества (цимент); графично са изобразени на съответните фигури.

Табл.1 Резултати от тестване на проби със свързващо вещество (цимент) CEM IV-A(P-V) 42.5N

Време на престой (дни)	Съдържание на цимент (%)	Якост на ЕН (кПа)
14	3.5	242
28	3.5	292
42	3.5	370
56	3.5	
Време на престой (дни)	Съдържание на цимент (%)	Якост на ЕН (кПа)
14	4.5	285
28	4.5	364
42	4.5	440
56	4.5	
Време на престой (дни)	Съдържание на цимент (%)	Якост на ЕН (кПа)
14	5.5	239
28	5.5	313
42	5.5	410
56	5.5	



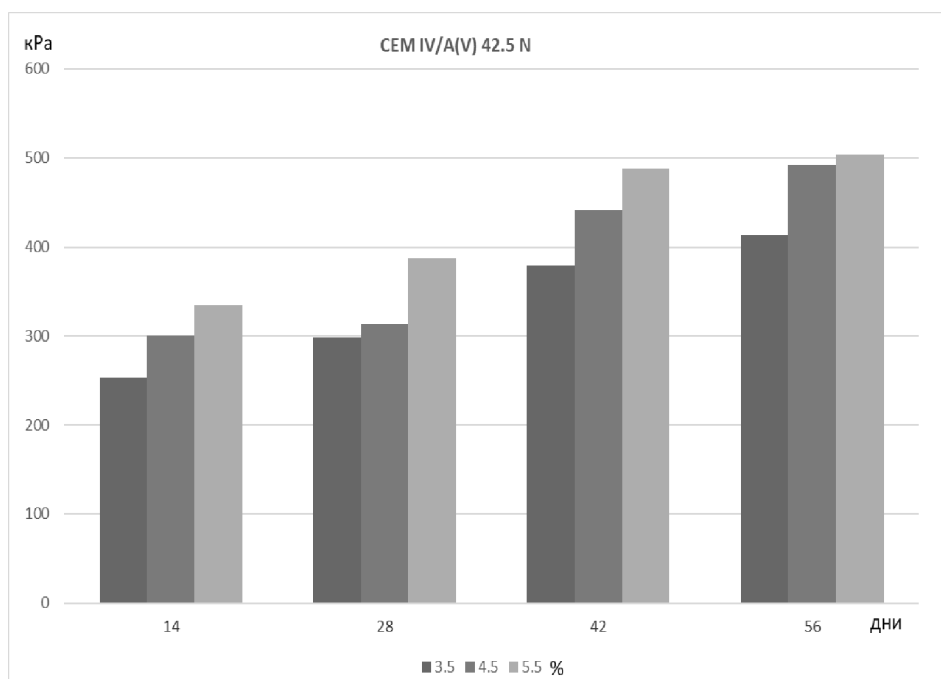
Фиг.1

От стойностите в таблицата и графиката с резултатите се вижда, че за този вид свързващо вещество, най-висока якост се постига при съдържания 4,5%, а якостта на запълнението нараства линейно за различните времеви периоди.

Пробите не са тествани за 56-ти ден, поради незадоволителните резултати за предходните периоди.

Табл.2 Резултати от тестване на проби със свързващо вещество (цимент) CEM IV/A(V) 42.5N

Време на престой (дни)	Съдържание на цимент (%)	Якост на ЕН (кПа)
14	3.5	253
28	3.5	298
42	3.5	379
56	3.5	413
Време на престой (дни)	Съдържание на цимент (%)	Якост на ЕН (кПа)
14	4.5	300
28	4.5	313
42	4.5	442
56	4.5	492
Време на престой (дни)	Съдържание на цимент (%)	Якост на ЕН (кПа)
14	5.5	335
28	5.5	388
42	5.5	488
56	5.5	504

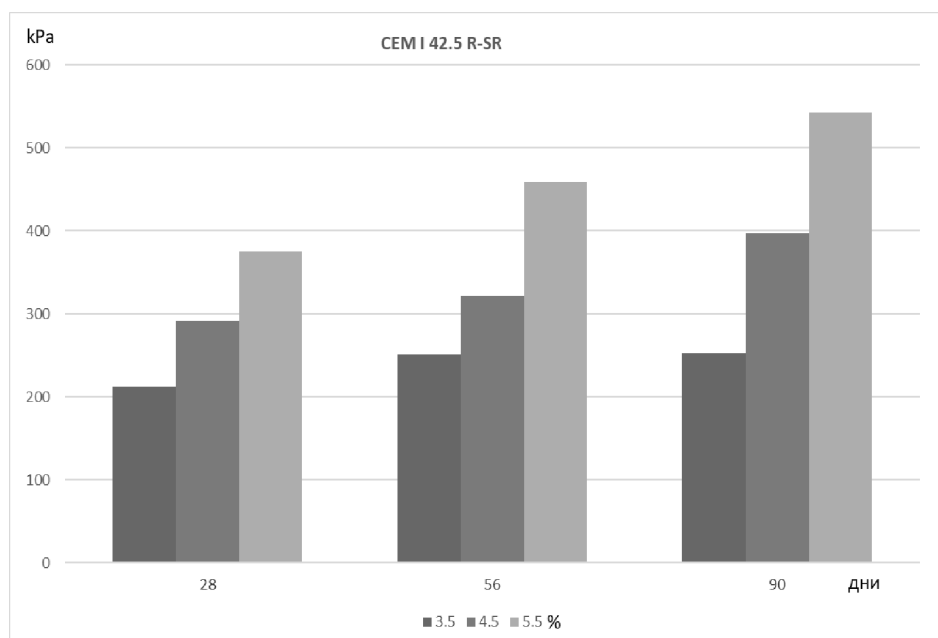


Фиг.2

В таблица 3 и на фиг.3 са представени резултатите от базата данни, събирани от 2003 година, от ежедневно тествани проби от реално запълнени добивни пространства.

Табл.3 Резултати от тестване на проби със свързващо вещество (цимент) CEM I 42.5 R-SR

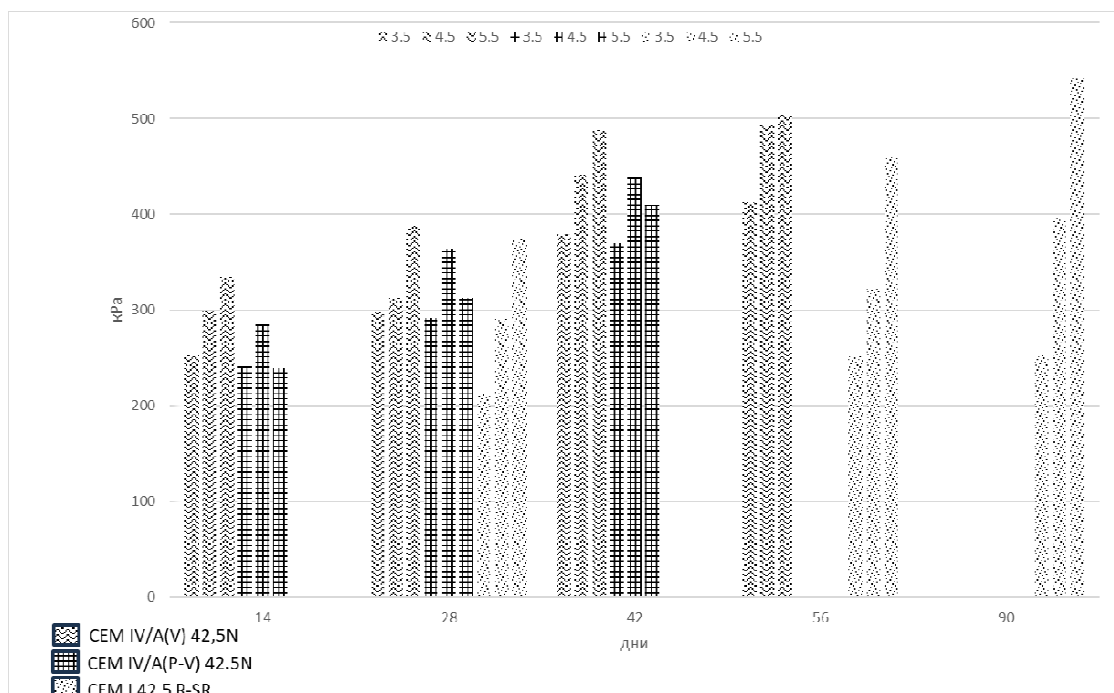
Време на престой (дни)	Съдържание на цимент (%)	Якост на ЕН (кПа)
28	3.5	212
56	3.5	251
90	3.5	252
Време на престой (дни)	Съдържание на цимент (%)	Якост на ЕН (кПа)
28	4.5	291
56	4.5	322
90	4.5	397
Време на престой (дни)	Съдържание на цимент (%)	Якост на ЕН (кПа)
28	5.5	375
56	5.5	459
90	5.5	542



Фиг. 3

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ТЕСТОВЕТЕ ЗА РАЗЛИЧНИТЕ ВИДОВЕ СВЪРЗВАЩО ВЕЩЕСТВО

На графиката на фиг.4 е показано сравнение на получените резултати от проведените тестове за различните видове свързващо вещество.



Фиг.4

При използване на свързващо вещество *CEM IV/A(V) 42.5N* се наблюдава нарастване на якостта на запълнението, както с увеличаване на процентното съдържание на цимент, така и с увеличаване на времето за консолидиране.

Пробите със свързващото вещество, използвани до момента, достигат необходимата якост на едноосов натиск на 90-тия ден, докато пробите с (цимент) CEM IV/A(V) 42.5N я достигат до 42-рия ден. Пробите със свързващо вещество (цимент) CEM IV-A(P-V) 42.5N показват по-добри резултати от тези, изготвени със свързващото вещество, използвано до момента, но по-ниски в сравнение с CEM IV/A(V) 42.5N.

ИКОНОМИЧЕСКА ОЦЕНКА

В таблица 4 са представени резултатите от оценката за потреблението на свързващо вещество при настоящия и избрания нов продукт {2}.

Табл.4 Резултати от анализа

Потребление ПЗ	m3/год.	621,000
Потребление ПЗ - преди филтриране	kg/год.	1,117,800,000
Потребление ПЗ - преди филтриране	t/год.	1,117,800
Потребление твърди частици	kg/год.	748,926,000
Потребление твърди частици	t/год.	748,926
Обемна плътност ПЗ - преди филтриране	t/m3	1.80
Потребление на цимент	%	4.5
Потребление на редуциран цимент	%	3.5
Намаление на цимента	%	1.0
Твърди частици в ПЗ	%	67.0
Потребление на цимент	kg/год.	33,701,670
Потребление на цимент	t/год.	33,702
Потребление на редуциран цимент	kg/год.	26,212,410
Потребление на редуциран цимент	t/год.	26,212

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимостта от използване на втвърдяващо запълнение предопределя по-високи разходи при добива руда, респективно по-висока себестойност на крайния продукт, което е предпоставка за развитие и търсене на оптимални решения за повишаване на качеството и ефективността му. Постоянно променящите се изисквания за екологичност и екологосъобразност определят търсенето и използването на по-щадящи околната среда продукти.

Поради най-добрите резултати и близките цени на свързващите вещества, е взето решение работите по оптимизирането на процеса по запълване на иззетите минни пространства да продължат, при изготвяне на втвърдяващото запълнение със свързващо вещество тип CEM IV/A(V) 42.5N.

От направените тестове и анализ на втвърдяващото запълнение са постигнати следните подобрения:

1. Редуцирано е количеството на свързващо вещество, за достигане на необходимата якост. Намалението е около 1%, което на годишна база е приблизително 6000 тона по-малко цимент.
2. Значително намалено време за достигане на ранна якост – от 90 дни на 35 дни, което дава възможност за по-ранно отваряне на вторичните добивни пространства, т.е. по-добро управление на полезния компонент.
3. Намален въглероден отпечатък – с около 1,5% (или 5100 тона) въглеродни емисии.
4. Оптимизирани разходи за свързващо вещество (цимент)- с около 22%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектни, презентационни материали и процедури за работа на Dundee Precious Metals inc.
2. Годишен Работен Проект за добив и преработка на златно-медни руди в рудник „Челопеч“, 2023, 85 с.

ИЗБОР И ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ТВЪРДИ ОКАЧВАЩИ УСТРОЙСТВА ЗА МНОГОВЪЖЕНИ ПОДЕМНИ УРЕДБИ

д-р Живко Илиев, МГУ „Св. Иван Рилски“, E-mail: jivko.iliev@mgu.bg

SELECTION AND CALCULATION OF RIGID SUSPENSION DEVICES FOR MULTI-ROPE HOISTS

Dr. Zhivko Iliev, University of Mining and Geology” St. Ivan Rilski”, Sofia, E-mail: jivko.iliev@mgu.bg

ABSTRACT

The main types of rigid suspension devices for multi-rope hoists are reviewed. The areas of rational application of the various types of rigid suspension devices are given. Formulas for the calculation of rigid suspension devices for single-vessel hoist equipment and counterweight and for double-vessel hoist equipment are summarized. Conclusions are made regarding the methodologies for the calculation of rigid suspension devices.

Key words: mine shaft hoist; mining winders.

Въведение

Функцията на окачващите устройства е да свързват подемните въжета към подемните съдове. Те се състоят от свързващо звено(кауш) за въжетата и носеща конструкция, свързана с подемната клетка или скипа. Окачващите устройства не се различават съществено от тези за едновъжените подемни уредби, но с тази разлика, че при окачване на подемния съд на повече от 4 въжета според Правилника по безопасността на труда(ПБТ) не се изисква парашутно устройство[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9].

Основните типове твърди окачващи устройства за многовъжени подемни уредби са дадени на фигура 1. На фиг.1.а) е показана схема на твърдо окачващо устройство за едносъдов подем с противотежест със следните позиции: 1 – подемен съд и противотежест; 2 – регулируем кауш; 3 – подемни въжета; 4 – глух(нерегулируем) кауш.

На фиг. 1 б) е дадена схема на твърдо окачващо устройство за двусъдов подем с позициите: 1 - подемен съд и противотежест; 2 – регулируем кауш; 3 – подемни въжета; 4 – траверса и 5 – регулиращо устройство.

На фиг. 1 с) е дадена схема на твърдо окачващо устройство за двусъдов подем прилагана за малки и средни дълбочини със следните позиции: 1 – подемен съд и противотежест; 2 – глух кауш; 3 – подемни въжета и 4 – регулиращи устройства;

На фиг. 1 d) имаме схема твърдо окачващо устройство за двусъдов подем със следните позиции: 1 – подемен съд и противотежест; 2 – регулируем кауш; 3 – подемни въжета и 4 – регулиращи устройства.

1. Основни изчисления при твърдо окачващо устройство за едносъдов подем с противотежест показан на фиг. 1 а)

При подем с един съд и противотежест се регулира само разликата в дължините на въжетата, като допустимата грешка се определя от големината на силата на регулиране при различните твърди окачващи устройства[8].

1.1. Допустимата грешка в дължината на въжето при регулирането ѝ чрез кауш трябва да бъде:

1.1.1. От условието за силата на регулиране[8]:

$$\Delta N_1 = \frac{n_B}{n_B - 1} \cdot \frac{\Delta S_1 \cdot L_B}{E_B \cdot F_B} \geq 0,02m \quad (1)$$

Където :

n_B – брой на подедни въжета;

$\Delta S_1 [N]$ – големина на регулиращата сила;

$$\Delta S_1 = 0,05 \cdot S_{изч.}$$

$$S_{изч.} = \frac{Q_{товар} + Q_{съд} + n_B \cdot p_B \cdot (H + h)}{n_B} [N];$$

Където :

– $S_{изч.}$ – натоварване на едно подедно въже [N];

- H - височина на подед [m];

- h – дължина на въжето от шайбата до подедния съд [m];

- L_B – дължина на въжето [m];

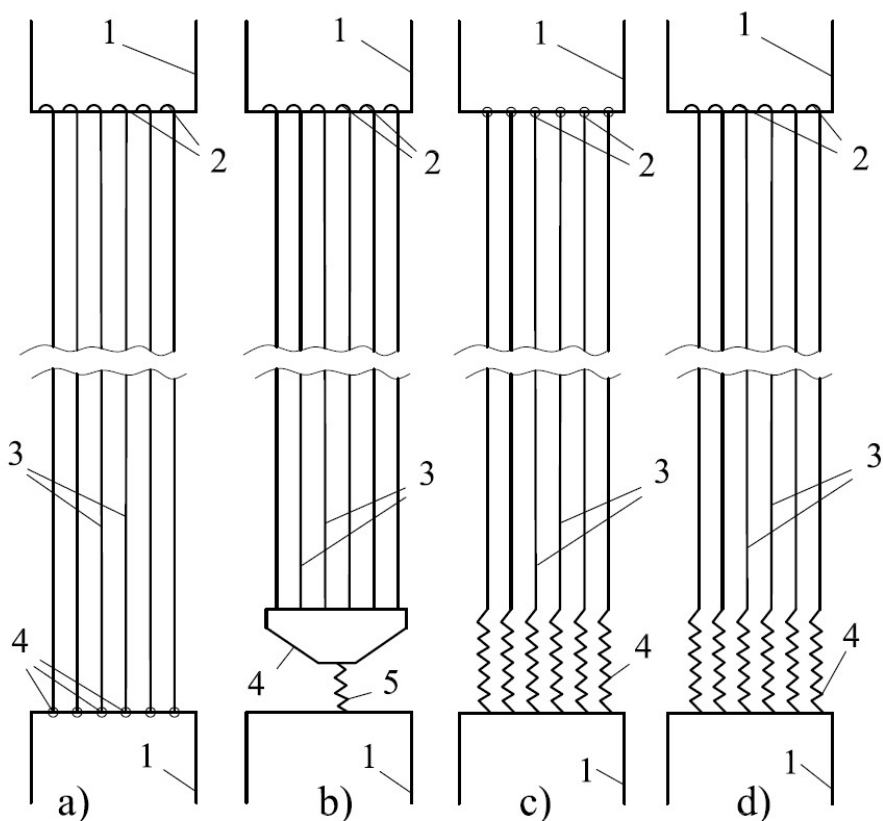
- E_B – модул на еластичност за различните въжета [MPa];

- F_B – напречно сечение на въжето [m²];

- $Q_{товар}$ - тегло на товара в подедния съд [N];

- $Q_{съд}$ - собствено тегло на подедния съд [N];

- p_B – линейно тегло на 1 m подедно въже [N];



Фигура 1.

1.1.2. От условието за установяване на подедния съд на приемна площадка:

$$\Delta N_2 = \Delta L_y [m] \tag{2}$$

ΔL_y – точност при установяване на съда на приемна площадка. За скип $\Delta L_y = 0,1m$, а за клетка

$\Delta L_y = 0,05[m]$

1.2. Брой на презакрепванията (препанцировките) на въжетата

1.2.1. От условието за големината на регулиращата сила:

$$M_1 = \frac{n_B - 1}{n_B} \cdot \frac{k \cdot \Theta_{\text{ост}} \cdot E_B \cdot F_B}{\Delta S_2 - \Delta S_1} - 1; \quad (3)$$

1.2.2. От условието за установяване на подемния съд на приемна площадка:

$$M_2 = \frac{\Theta_{\text{ост}} \cdot L_B}{\Delta L_{\Theta}} - 1; \quad (4)$$

Където:

– ΔL_{Θ} – допустимо отпускане на подемния съд под приемната площадка при проверка на остатъчно удължаване на подемните въжета; $\Delta L_{\Theta} = 0,2m$ – за клетки; $\Delta L_{\Theta} = 0,5m$ – за скипове;

– $\Theta_{\text{ост}}$ – коефициент на относително остатъчно удължаване на въжето. За различните типове въжета е в границите 0,001 – 0,007 [8]

– $k = 0,35$ – коефициент показващ отношението между остатъчното удължение към средното остатъчно удължение [8].

– $\Delta S_2 [N]$ – максимално допустимо статично отклонение на натягането на въжето при долно положение на подемния съд.

$$\Delta S_2 = \frac{Q_{\text{съд}}}{n_B} - S_{\text{min}} [m]$$

– $S_{\text{min}} = 0,1 \cdot S_{\text{изч.}} [m]$ – минимално допустимо статично отклонение на натягането на въжето в края на въжето;

2. Основни изчисления при твърдо окачващо устройство за двусъдов подем дадено на фиг.1 b)

Регулирането дължината на въжетата на показани на фиг.1 b) се осъществява по два начина : чрез регулируем клинов кауш и чрез регулиращи винтови устройства[8].

Хо̀да на регулировъчното устройство се изчислява по следната формула:

$$\Delta L_p = \Delta L_{\text{ост}} - \Delta L_{\Theta} [m]; \quad (5)$$

Където:

$$\Delta L_{\text{ост}} = \frac{n_B}{n_B - 1} \cdot \frac{\Delta S_2 - \Delta S_1}{k \cdot E_B \cdot F_B} \cdot L_B \quad (6)$$

$\Delta L_{\text{ост}} [m]$ – максимално допустимо остатъчно удължаване на въжетата в периода между две регулировки.

2.1. Допустимата грешка в дължината на въжето при регулирането ѝ чрез кауш

2.1.1. От условието за силата на регулиране:

$$\Delta N_1 = \frac{n_B}{n_B - 1} \cdot \frac{\Delta S_1 \cdot L_B}{E_B \cdot F_B} \geq 0,02m$$

2.1.2. От условието за установяване на подемния съд на приемна площадка:

$$\Delta N_2 = \Delta L_y [m]$$

2.2. Възможен брой презакрепления (препанцировки) с помощта на кауши:

$$M_{\Pi} \leq \frac{\Theta_{\text{ост}} \cdot L_B}{\Delta L_p + \Delta L_{\Theta}} - 1 \quad (6)$$

– ΔL_p – ход на регулировъчното устройство;

– ΔL_{Θ} – допустимо отпускане на подемния съд под приемна площадка;

2.3. Възможен брой регулировки с помощта на регулиращи винтове:

$$M_p \leq \frac{\Theta_{\text{ост}} \cdot L_B}{\Delta L_{\Theta}} - 1 - M_{\Pi} \quad (7)$$

2.4. Допустима грешка при регулиране с винтове:

$$\Delta N_B \leq \Delta L_y [m]$$

ΔL_y – точност при установяване на съда на приемна площадка.

3. Основни изчисления на твърдо окачващо устройство за двусъдов подем за средна и малка дълбочина дадено на фиг.1 с)

3.1. Изчисляване на хода на регулиращото устройство

3.1.1. От условието за установяване на подемния съд на приемна площадка:

$$\Delta L_{\Pi\Pi} = \Theta_{\text{ост}} \cdot L_B - \Delta L_{\Theta} [m] \quad (8)$$

3.1.2 От условието за големината на регулиращата сила:

$$\Delta L_{PC} = 2 \cdot \frac{\Delta S_1}{E_B \cdot F_B} \cdot L_B + k \cdot \Theta_{\text{ост}} \cdot L_B - \frac{n_B}{n_B - 1} \cdot \frac{\Delta S_2}{E_B \cdot F_B} \cdot L_B \quad (9)$$

3.1.3 От комбинираното условие от големината на регулиращата сила и от установяване на подемния съд на приемна площадка:

$$\Delta L_{\text{КОМ}} = \left(1 + \frac{n_B - 1}{n_B} \cdot k \right) \cdot \Theta_{\text{ост}} \cdot L_B - \frac{\Delta S_2 - \Delta S_1}{E_B \cdot F_B} \cdot L_B - \Delta L_{\Theta} \quad (10)$$

3. 2. Възможен брой регулировки с помощта на регулиращи винтови устройства

3.2.1. От условието за големината на регулиращата сила:

$$M_1 = \frac{n_B - 1}{n_B} \cdot \frac{k \cdot \Theta_{\text{ост}} \cdot E_B \cdot F_B}{\Delta S_2 - \Delta S_1} - 1;$$

3.2.2. От условието за установяване на подемния съд на приемна площадка:

$$M_2 = \frac{\Theta_{\text{ост}} \cdot L_B}{\Delta L_{\Theta}} - 1;$$

3.3. Допустима грешка при регулиране с винтови устройства

3.3.1. От условието за установяване на подемния съд на приемна площадка:

$$\Delta N_{\text{ПП}} \leq \Delta L_y [m] \quad (11)$$

ΔL_y – точност при установяване на съда на приемна площадка.

3.3.2. От условието за големината на регулиращата сила:

$$\Delta L_{\text{PC}} \leq \frac{n_B}{n_B - 1} \cdot \frac{\Delta S_1 \cdot L_B}{E_B \cdot F_B} \quad (12)$$

4. Основни изчисления на твърдо окачващо устройство за двусъдов подъем, когато има голямо остатъчно удължение на подемните въжета (фиг.1 d) [8].

4.1. Възможен брой презакрепвания(препанцировки)

$$M_1 = \frac{\left(1 + \frac{n_B - 1}{n_B} \cdot k\right) \cdot \Theta_{\text{ост}} \cdot L_B - \Delta L_{\Theta}}{\Delta L_P} - 1 \quad (13)$$

4.2. Възможен брой регулировки с помощта на регулиращи винтови устройства

4.2.1. От условието за установяване на подемния съд на приемна площадка:

$$M_{\text{ПП}} \leq \frac{\Theta_{\text{ост}} \cdot L_B}{\Delta L_{\Theta}} - 1 - M_1 \quad (14)$$

4.2.2. От условието за големината на регулиращата сила:

$$M_{\text{ПП}} \leq \frac{n_B - 1}{n_B} \cdot \frac{k \cdot \Theta_{\text{ост}} \cdot E_B \cdot F_B}{\Delta S_2 - \Delta S_1} - 1 - M_1 \quad (15)$$

4.3. Допустима грешка при регулиране с винтови устройства

4.3.1. От условието за установяване на подемния съд на приемна площадка:

$$\Delta N_{\text{ПП}} \leq \Delta L_y [m]$$

ΔL_y – точност при установяване на съда на приемна площадка.

4.3.2. От условието за големината на регулиращата сила:

$$\Delta L_{\text{PC}} \leq \frac{n_B}{n_B - 1} \cdot \frac{\Delta S_1 \cdot L_B}{E_B \cdot F_B}$$

4.4. Допустимата грешка при презакрепванията (препанцировката) на въжето чрез регулиращи кауши се пресмята по формула (1).

Заключение

Окачващите устройства трябва да отговарят на следните изисквания: удобно монтиране, сигурност при закрепването на въжетата, дълготрайност на въжетата в мястото на презакрепванията (препанцировката) и контрол по време на експлоатация.

Твърдите окачващи устройства осигуряват равномерно разпределяне на натоварването между подемните въжета. За нормална работа е задължително точно регулиране на дължината на въжетата, както и да притежават еднакви параметри и качества. За тази цел е необходимо каналите на триещите шайби да бъдат престъргвани според техническите изисквания.

Важно условие е да се осигурява постоянен контрол на силата на опън на подемните въжета, което се постига чрез вграждането на динамометри в окачващите устройства.

Литература:

1. Илиев Ж., Д Анастасов., "Относно избора на скипова подемна уредба за условията на открит рудник". „XVII Международна конференция по открит и подводен добив на полезни изкопаеми“, 2023 г., Варна, ISSN: 2535-0854.
2. Илиев Ж. „Изследване режима на работа и обосноваване на рационални параметри на ролкови направляващи устройства на подемни съдове за руднични клеткови подемни уредби“, Дисертация за ОНС „Доктор“, МГУ „Св. Иван Рилски“, 2015.
3. Йочев И. Щ. „Изследване на състоянието и избор на решение за модернизация на рудничните подемни уредби в мини „Горубсо“. Дисертация за ОНС „Доктор“, МГУ „Св. Иван Рилски“, 2002г.
4. Кърцелин Е. Р. „Математически модели на руднични подемни уредби (монография)“, С. Изд. къща „Св. Иван Рилски“, 2010г.
5. Тасев Л. Интензивност на износването на бандажите в рудничните локомотиви за подземен извоз Годишник на МГУ – София, 2016, ISSN 1312-1820
6. Зъбчев А., Р. Александров, И. Проданов, „Анализ на енергийната ефективност при преустройство на електрозадвижването на подемна машина. БУЛКАМК'14, София, 2014, ISSN 1314-4537“
7. Александров Р. „Надеждност на руднични подемни уредби с отчитане на техническото обсъждане“, БУЛКАМК'22, София, 2022, ISSN 1314-4537.
8. Федорова З.М. „Сборник примеров и задач по рудничным подъемным установкам“, Госгориздат, 1961г.
9. Ковачев В. Руднични подемни уредби, София, 1990г.

A HIERARCHICAL CLUSTERING AND CORRESPONDENCE ANALYSIS FRAMEWORK FOR CONFLICTS DETECTION AND RESOLUTION AMONG ALTERNATIVE MINING METHODS

Dimitar Kaykov

Kremena Arsova-Borisova, University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”

ABSTRACT

This paper explores the application of unsupervised learning techniques in mining method selection, addressing problems in traditional decision-making methodologies related to similar scores or ambiguous results. A novel framework combining hierarchical clustering (HC) and correspondence analysis (CA) is proposed to identify and resolve conflicts between mining method scores. The framework uses multiple distance measures and linkage methods to assess similarities between the assumed mining methods' scores under varying geological and geotechnical parameters. The approach offers a more refined decision-making process, enhancing the reliability of first pass selection methodologies, including the decision of using of more than one mining method where appropriate. Two distinct ore bodies were analyzed to demonstrate the capability of the framework and its ability to provide a quantifiable measure of the ambiguity of the mining method selection process under complex conditions.

KEY WORDS mining method selection, conflicting solutions, hierarchical clustering, correspondence analysis

INTRODUCTION

The emerging application of data science and machine learning methods in the field of mining engineering has led to the re-evaluation of different well-established engineering approaches in the mining industry. In addition, this new paradigm has provided ways of more flexible use of traditional decision-making methodologies, as well as rules of thumb for equipment selection, mine planning and design, as well as for mining method selection.

There are multiple examples that show that the implemented mine design can rely on more than one mining method during the life of mine. This can be due to certain alterations in the initially considered criteria and their weights or due to gaining an improved understanding of the geological and geotechnical conditions of the deposit. However, these cases of transitioning between mining methods are trivial and are driven out of necessity. Yet the question whether more than one mining method can be initially applied remains unanswered. Cluster analysis is a powerful tool for exploratory data analysis and pattern discovery, providing insights that can guide decision-making and further analysis. Hence, it is considered as a crucial step forward for providing quantifiable measures for the level of association between mining methods, represented in the assumed feature space.

PROBLEMS RELATED TO THE FIRST PASS SELECTION OF MINING METHODS

In many cases the total scores of the considered mining methods can have tied or similar values which can make the decision process difficult and depreciate the value of the selection process methodology. This can be a result of two major reasons:

- 1) the geological and geotechnical conditions of the deposit may facilitate the use of more than one mining method and the selection process is not trivial,
- 2) the central tendency measures (mean, mode and median) of the geological and geotechnical conditions are not representative enough to be used as a single value input due to the substantial variation or multimodality of the geological and geotechnical parameters.

Problems related to the first case mainly occur due to the use of scores based on expert knowledge, which define the score values in a discrete space, and hence, conflicts between two or more solutions can arise based on their similar or tied scores. Many authors point out that this is an inherent problem, related to expert-based-knowledge methodologies, which indeed may be the case, given the lack of precision of the score scale for the assumed variables (i.e. Nicholas and UBC selection methodologies) or when using a Boolean approach

for evaluating the applicability of a certain method in different conditions (Boshkov and Wright, 1973; Hartman, 1987).

The second major reason why the selection methodologies can yield ambiguous results, is in cases when they are used under inappropriate assumptions, most commonly due to the use of unrepresentative values for the considered input variables. In such cases the obtained solution would be unable to take into account the differences in the overall utility of each mining method for different geotechnical and geological domains or for the morphology of the ore bodies among the evaluated deposit. Therefore, from a statistical point of view, each overall score value for all considered mining methods would have its respective confidence interval. Hence the order of mining methods, based on their rank may differ, depending on the assumed input values. In turn, this would mean that a decision based on ranks may be imprecise. Moreover, the ranking of the methods from the Nicholas selection procedure (or others) may not correlate with the one obtained after a detailed assessment of the capability of each mining method.

Given that the problems related to score precision and representative input values are solved, the resultant solution can still lead to similar total score values of several mining methods, considering the features of the evaluated ore body and its corresponding rock mass. Therefore, it would prove to be more accurate if the mining methods with similar score values are analyzed as conflicting ones, despite some methods outranking others. The reason why this approach is expected to be more accurate is because raw score values closely resemble the original expert-based knowledge referring to the utility of each mining method under different conditions, while different assumptions regarding the use of mathematical or logical operators for features aggregation may not always be robust. Hence, a crucial drawback of all well-established selection methodologies is that there are no formal rules for resolving the conflict between solutions. In some cases, an optimal solution may result in a combined application of two or more mining methods for the deposit and therefore, this type of resolution should be facilitated. However, at a first pass stage it may not be evident whether the set of conflicting methods can be combined in a time domain via their transition during the life of mine, in spatial domain for the different geological and geotechnical domains of the deposit and separate ore bodies) or in a spatio-temporal domain. Some conflicts among the considered solutions can indeed be resolved during the first pass approach. However, other conflicts are expected to remain unresolved during the initial selection stage and hence, they need to be analyzed further during the pre-feasibility and feasibility studies. Therefore, instead of deeming the first pass approach for the selection of mining methods as inherently unreliable, a different perspective on the selection problem can provide a way of their improved use.

PROPOSED FRAMEWORK BASED ON HIERARCHICAL CLUSTERING (HC) AND CORRESPONDENCE ANALYSIS (CA)

To illustrate this perspective, this case study employs the mining method selection procedure proposed by Nicholas as a basis for introducing the new decision-making framework. The reason behind the choice of the Nicholas selection methodology is that it is widely recognized and easily adjustable by factor weights with adjusting the emphasis on geotechnical conditions. Moreover, data for each variable's utility score are readily available for a “plug-and-play” approach, compared to other more advanced methodologies, based on multiple criteria and questionnaires aimed at mining experts. Although, the Nicholas selection procedure is primarily oriented towards the application of mass mining methods (Nicholas, 1981), this case study ignores the issue, as its primary aim is to demonstrate the capabilities of the proposed conflict detection and resolution framework, rather than relying entirely on the implications of the Nicholas selection process. Traditionally, the aim of D. Nicholas's methodology and other selection methodologies (i.e. the UBC selection methodology) is to aggregate a number of features, related to the selection procedure to a single total score value. This, in turn, provides a quantitative measure for the utility of employing each mining method under a set of different geological and geotechnical conditions. Indeed, due to the assumed simplifications of the additive model based on the utility scores, this procedure leads to information loss, which to this moment has no quantifiable measure (to the authors' knowledge). Regardless, a crucial aspect of the Nicholas selection methodology and more recently developed ones is the use of quantitative utility scores. This is a very important step forward from the binary approach, used in prior works (Boshkov and Wright, 1973; Hartman, 1987), as quantitative

scores allow for exploring different relations between the scores of the considered mining methods. For example, the Nicholas and UBC selection methodologies sum up all utility score values, while more advanced techniques explore more abstract relations among the assumed conditions and criteria such as fuzzy dominance, eigen values, Euclidean distances from positive and negative ideal solutions, etc. Therefore, exploring these emerging abstract properties of the utility scores would allow one to uncover additional patterns among the considered mining methods in the feature space of the assumed conditions and criteria. Hence, this approach is essential for gaining a better understanding of the complexity of the selection process, its inherent flaws and for distinguishing which relations between the mining methods under the assumed conditions are invariant to the choice of pre-processing method.

As previously discussed, assuming all input and overall score values reflect the relevance of each mining method for the set of conditions and criteria with reasonable precision, more than one mining method can emerge as a potentially feasible one. Hence, each mining method from the obtained set of mining methods, regardless of its score value, is initially regarded to conflict with all the other ones with a different degree depending on an arbitrary distance measure. In the context of this paper the term conflict is regarded as the lack of sufficient difference between the utilities of a set of mining methods in the domain of the assumed geological and geotechnical conditions. Due to the inherent competition among the considered mining methods, it is assumed that a conflict among all methods is initially present. This conflict can be resolved via a threshold value. Solutions which cannot be resolved at the initial selection stage can be resolved at a later stage, during a pre-feasibility or a feasibility study. Therefore, Hierarchical clustering (HC) is a suitable method for establishing a hierarchical structure of how all considered mining methods are grouped based on an assumed distance measure. Moreover, different distance measures can be independently applied for the HC. Hence, the conflict detection process during the first pass approach is dependent on the process of identifying prominent and consistent conflicts, invariant to the choice of a distance measure and linkage method for a certain threshold level. Moreover, as this is performed during a first pass approach, the conflict resolution does not aim to provide a solid argument of which method would lead to a more feasible extraction of ore. Hence, conflicts which are less prominent at the first pass stage can be ignored. This aims to reduce the set of potentially feasible solutions which would require to be thoroughly explored during the pre-feasibility and feasibility study. During these more advanced stages, the actual resolution of all prominent conflicts among the considered mining methods can lead to the choice of either of the methods or a combination of two or more methods in a temporal, spatial or spatio-temporal domain.

In order to provide a quantitative argument how consistent are the representations of different mining methods regardless of the choice of distance measure or linkage method, Correspondence analysis (CA) was used for establishing the relationship between the choice of clustering framework and the conflicting mining methods using a contingency table. This case study put an emphasis on the results, obtained by employing different distance measures to facilitate a quantifiable measure for the level of conflict between the considered mining methods. In addition, with respect to the problem for initial selection of a mining method, the proposed conflict detection and resolution framework aims to provide a more generalized understanding of how certain mining methods can be ignored during the first pass approach, while others require more detailed evaluation.

CONSIDERATION OF DISTANCE MEASURES

A general question in many scientific areas is how to organize observed data into meaningful structures, that is, to develop certain taxonomies. The aim of cluster analysis is to partition a set of data points into distinct, non-overlapping sets called clusters such that data points within a cluster have high similarity, while at the same time they are quite dissimilar from points in other clusters. As a type of cluster analysis, a key aspect of HC is the assumption of a suitable distance measure for analyzing the level of similarity between the observations in the dataset at hand. As previously discussed, the distance measure is interpreted as the level of conflict between the considered set of mining methods, be they singletons, pairs, triplets, etc. The dataset used for analysis is comprised of the utility score values for each mining method under the assumed geological and geotechnical conditions, according to the Nicholas selection methodology and ore body classification system. This provides a way of extending the framework of the traditional decision-making

methodologies (i.e. Nicholas and UBC selection procedures), based on the following notion: the closer two methods are in the considered feature space, the more evident their conflict.

As the choice of a distance measure can significantly influence the clustering outcome, the ones which are considered to have practical meaning for this study are: Euclidean distance, Manhattan distance, Cosine distance, Spearman correlation distance and Kendall correlation distance.

The **Euclidean distance** is one the most used type of distance measures. Its primary advantage is that the distance between any two objects can be affected by the addition of new objects to the analysis, which can be considered as outliers. In terms of the selection of a mining method, the Euclidean distance has already been used in the estimation of distances between each mining method and the positive and negative ideal solutions in Euclidean space.

The **Manhattan distance** is a measure of the total sum of differences across all considered dimensions. In most cases, this distance measure yields results similar to the Euclidean distance. However, the effect of single large differences in terms of underlying outliers is less exaggerated for this metric.

The **Cosine distance** is a measure of dissimilarity between two non-zero vectors, based on the cosine of the angle between them. It is widely used in cluster analysis, particularly when the magnitude of the vectors is less important than their orientation. This makes it especially useful for text analysis and other high-dimensional data scenarios dealing with qualitative and abstract concepts. A common field of use of the Cosine distance is when words, sentences, texts are similar to one another. Hence, this property of the Cosine distance can be suitable for the purpose of establishing similarities between the utility of different mining methods under the assumed conditions.

Correlation-based distance measures (**Spearman and Kendall correlation distance**) consider two sets to be similar if their pairwise compared features are highly correlated, even though the observed values may be far apart in terms of Euclidean distance. Similar to the Cosine distance, Correlation-based distances should be used when one wants to establish the similarity between two vectors in terms of the similarities between their pairwise similarities, instead of their magnitudes. Both the Spearman and Kendall correlation distances are measures derived from their respective rank correlation coefficients, commonly used in statistics to assess the ordinal association between two attributes. Unlike the Pearson correlation coefficient that rely on continuous numerical values, the Spearman and Kendall correlation coefficients specifically measure the correlation based on the order or ranking of the data. This makes it particularly useful for non-parametric data or ordinal data where the precise values are not as meaningful as their relative order. The Spearman correlation coefficient (ρ - rho) aims to provide a quantifiable measure for the presence of a monotonic relationship between the paired observations, while the Kendall rank correlation coefficient (τ - tau) measures the similarity of the orderings of data when ranked by each of the features. It is calculated based on the number of concordant and discordant pairs among the data points. Both correlation-based distances range from 0 to 2, where 0 indicates perfect positive correlation (complete agreement in rank order), and 2 indicates perfect negative correlation (complete disagreement in rank order).

CONSIDERATION OF LINKAGE METHODS

In clustering analysis, especially hierarchical clustering, a linkage or amalgamation rule is used to determine the distance between clusters. The choice of linkage method significantly affects the resulting clusters and their interpretation and hence it should be considered carefully. In many cases HC is complemented by a dendrogram for the purpose of visualizing the established similarities. It is important to emphasize that in HC each item is initially considered to be a cluster, which is evaluated against the other items. This approach is very suitable for the concept of representing the hierarchy of similarities (conflicts) between several alternatives of mining methods. Hence, the purpose of the HC for the considered set of methods is to use it as a comprehensive pre-processing tool for uncovering dependencies which are not initially evident. For this paper three typical linkage methods were used – Single linkage, Complete linkage and Unweighted pair-group average linkage.

For the **Single linkage** (nearest neighbor) method the distance between two clusters is determined by the distance of the two closest objects (nearest neighbors) in the different clusters. This rule, in a sense, strings

the objects together to form clusters, and the resulting clusters tend to represent a long "chain" of items. As the elements of the clusters are the representations of the mining methods themselves, this strategy can serve as an easy way of identifying the methods which have greater similarity and hence greater level of conflict for the studied geological and geotechnical conditions.

For the **Complete linkage** (furthest neighbor) method, the distances between clusters are determined by the greatest distance between any two objects in the evaluated clusters (i.e., by the "furthest neighbors"). This method usually performs quite well in cases when the objects actually form naturally distinct "clumps". If the clusters tend to be somehow elongated or of a "chain" type nature, then this method is inappropriate. In contrast to the Single linkage method, the Complete linkage method is more conservative as it merges clusters based on the maximum distance between their points.

For the **Unweighted pair-group average linkage** method, the distance between two clusters is calculated as the average distance between all pairs of objects in the two different clusters. This method is also very efficient when the objects form distinct clusters, however, it performs equally well with elongated, "chain" type clusters. In the context of this paper, the method essentially averages out the distances between all methods falling into the two groups of compared methods. This may not be apparently meaningful in the domain of Nicholas' factor scores, however, it can be a potential way of balancing the results from the Single and Complete linkage methods for the purposes of avoiding a higher or lower sensitivity for the cluster evaluation process.

Similar to the choice of distance measure, to a certain extent the choice of linkage method is arbitrary. In addition, the overall combination of distance measure and linkage method can have a significant impact on the evaluation of the level of conflict between different mining methods under the studied geological and geotechnical conditions. Moreover, from a combinatorial perspective, this approach can yield multiple results which need to be analyzed on their own. Hence, to facilitate simplification and enhance the interpretability of the results, an additional complementary tool is required to synthesize the collected evidence effectively.

APPLICATION OF CORRESPONDENCE ANALYSIS (CA)

HC can be considered as a pre-processing tool for the implementation of Correspondence analysis (CA). CA, itself, serves as a tool for analyzing the emerging patterns for the consistency of occurrence of certain conflicts between the considered mining methods, which do not exceed a predefined threshold value for their dissimilarity. The approach of CA is often considered to be the categorical equivalent of Principal component analysis (PCA), as it provides a way of evaluating the level of association between two categorical variables, based on the joint occurrences of their respective states via a contingency table. For the purpose of obtaining a contingency table of the most prominent conflicts, the number of trials where the linkage score of conflicting solution does not exceed the value of assumed dissimilarity threshold were recorded and counted. The assumption behind this approach is that the more frequent the occurrence of each conflict, regardless of distance measure or linkage method, the more consistently recognizable it is and hence, it requires further attention for its resolution. Therefore, some emerging conflicts can be random, while others are not and are invariant to the choice of distance measure and linkage method. CA also can employ a supplementary graph for visualization, which can show the level of association between the analyzed categorical variables (i.e. the assumed distance measures and the conflicting mining methods). In the case of two or three components, one can represent them in a 2-D or 3-D feature space. Regardless of the choice of dimensionality, the closer two or more conflicting mining methods are to the origin of the component's feature space, the more support they gain by each distance measure. In contrast, the farther the obtained cluster of mining method is from the origin, it has less overall support by the assumed distance measures. The same logic holds for the points representing all considered distance measures. The closer the points representing each distance measure are one to another, the more consistent or redundant information they provide. Therefore, they can be assumed to detect the same similarities between the score values of the compared mining methods. Alternatively, if they are set apart in different directions, this indicates that they bring different information and there is little to no conformity between their yielded results. Last but not least, each conflict between the considered mining methods and all assumed distance measures can be represented as points on the same graph for better interpretability of each item's association level with each distance measure. One more important aspect of

applying CA is the ability to reduce the dimensionality of the problem with a quantifiable measure of the information loss when applying a 2-D or 3-D feature space for the established components when looking into the similarities between the yielded results.

RESULTS FROM THE PROPOSED FRAMEWORK’S APPLICATION

For this case study, the threshold value for the maximum dissimilarity between two mining methods was set to 0.2 of the maximum distance from the linkage matrix. Hence, if the difference between the distances among linked clusters exceeds 20% of the maximum distance from the respective dendrogram, their conflict is resolved by disregarding its importance. The proposed framework was applied for a thick platy-tabular ore body and a thick massive ore body with a steep plunge. All considered mining methods are based on the ones utilized in the Nicholas selection procedure. For the study, they are labelled as follows: Block Caving (BC), Sublevel Stopping (SIS), Sublevel Caving (SIC), Room and Pillar Mining (RPM), Shrinkage Stopping (ShS), Cut-and-fill Stopping (CFS), Top Slicing (TS), Square-set Stopping (SqSS), Longwall Mining (LWM), Open-pit Mining (OPM). The key geological and geotechnical characteristics of the two ore bodies are shown in Table 1.

Table 1. Characteristics of the two studied ore bodies

Deposit parameters	Ore body 1 (Bakhtavar et al., 2009)	Ore body 2 (Stefanov and Garkov, 2016)
General shape	Platy-tabular	Massive
Ore thickness	Thick	Thick
Plunge	Intermediate	Steep
Depth below surface	285 m	500 m
Grade distribution	Gradational	Gradational
Ore – Rock substance strength	Moderate	Moderate
Ore – Fracture spacing	Very wide	Wide
Ore – Fracture shear strength	Weak	Moderate
Hanging wall – Rock substance strength	Weak	Weak
Hanging wall – Fracture spacing	Close	Wide
Hanging wall – Fracture shear strength	Weak	Weak
Foot wall – Rock substance strength	Weak	Weak
Foot wall – Fracture spacing	Close	Wide
Foot wall – Fracture shear strength	Weak	Weak

The results from the Nicholas mining method selection procedure are reported in Fig. 1, where the mining methods which received a negative score are disregarded from the analysis, along with the open-pit mining method.

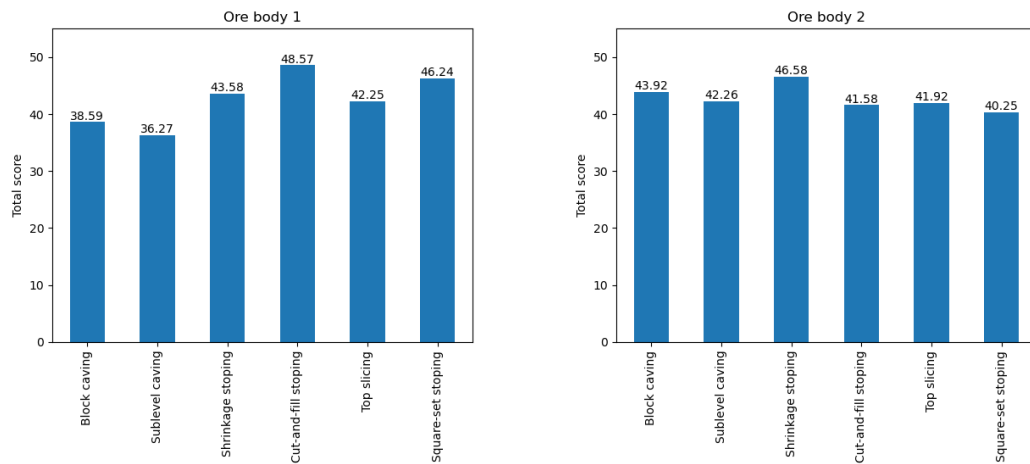


Fig. 1. Considered mining methods Nicholas score values for the conditions of Ore body 1 and Ore body 2

Interestingly, the Euclidean distance yielded nearly no conflicting solutions, but rather the non-trivial distance measures (such as Manhattan distance, Cosine distance, Spearman correlation distance and Kendall correlation distance) prove to be more informative for the assumed threshold value and case study. A graphical representation of the results yielded by HC and CA are represented on Fig. 2.

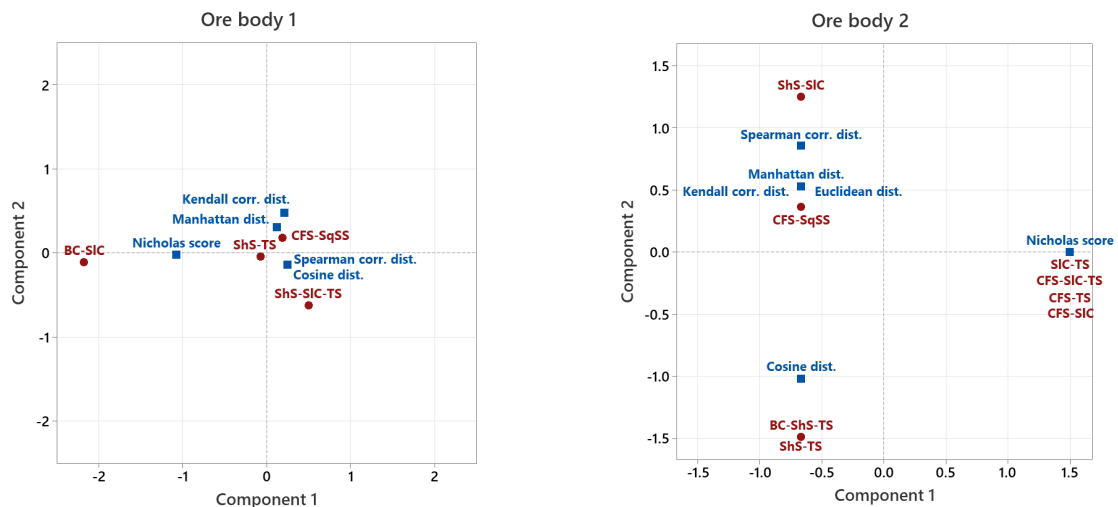


Fig. 2. Correspondence between conflicting solutions obtained by Nicholas’s total scores differences and assumed distance measures for the analyzed ore bodies

Here it is evident that although the Kendall correlation coefficient yields similar values as the Spearman correlation coefficient, for the assumed cut-off dissimilarity value, they bring a different level of support for each of the conflicting mining method alternatives. It should also be noted that the 2-D graph representation of the components achieves 98.35% of the total inertia, hence the information loss is 1.65% for the case of Ore body 1. Although these implications can be observed throughout the contingency table, the graphical representation can be used as a supplementary tool for an improved understanding of how different or similar two distance measures are or how supported each conflicting solution is. Hence, for Ore body 1 the conflicting solution which requires further attention are ShS-TS and CF-SqSS, as their representative points are close to the middle of the coordinate system and near the center of gravity for the formed triangle by the points of the assumed distance measures.

On the other hand, the results yielded for Ore body 2 remain ambiguous. Moreover, the propose modelling framework provides a visual proof for the inherent ambiguity regarding Ore body 2. Once more, it is evident

that all distance measures and the Nicholas score values yield different results in terms of their similarity. The two derived components from the CA for Ore body 2 reach 89,91% of the total inertia. Hence, the information loss is higher (10.09%), compared to the case for Ore body 1. An important note in this regard is that the points representing each distance measure are located further from the origin of the graph and the center of gravity of the formed triangle. Hence, this implies the lack of support from the derived three groups of distance measures. Another important observation is that the configuration how all distance measures are associated with each other is entirely dependent on the features of the deposit at hand.

CONCLUSIONS

Based on the two examples, it can be concluded that the Nicholas scores may not yield the same results as the proposed distance measures in terms of how different mining methods are conflicted with one another. Hence, its sole use may not be a reliable way for ranking different mining methods by their total scores. Therefore, one can assume an approach where the importance of ranking methods is relaxed for the sake of interpreting the level of similarity, regarded as the level of conflict between mining methods. Hence, different distance measures can be utilized as a measure for analyzing potential mining methods solutions, including the application of combined methods. For this purpose, several distance measures (i.e. Euclidean distance, Manhattan distance, Cosine distance, Spearman correlation distance and Kendall correlation distance) were proposed for the purpose of detecting conflicts between the considered mining methods for the two ore bodies at hand. Moreover, the assumed distance measures provide an entirely different perspective on the similarities between the considered mining methods.

The proposed hierarchical clustering framework of representing the similarity of scores between individual mining methods, based on a set of informative variables reflecting key geological and geotechnical conditions, proves to be a promising tool for a first pass evaluation of the potential mining methods for exploiting a mineral deposit. The framework was applied as an extension over the Nicholas mining method selection procedure, but it can be used over other selection methodologies, as well. Regardless of which distance measures and linkage methods are considered for pre-processing via hierarchical clustering and the sequential use of correspondence analysis, certain conflicts between some mining methods remain consistent. Hence, these invariant sets of methods are the ones which require further attention during the design stage of the project for assessing their potential for transitioning from one method to another during the life of mine, or the application of both methods for different zones of the deposit.

REFERENCES

1. Bakhtavar E., Shahriar K., Oraee K., Flett P., 2009, Mining method selection and transition depth determination problems - which one is in priority of consideration?, Mine Planning and Equipment Selection (MPES), Reading Matrix, Inc., pp. 67–74.
2. Boshkov, S.H., Wright, F.D., 1973. Basic and parametric criteria in the selection, design and development of underground mining systems. In SME Mining Engineering Handbook. Edited by A.B. Cum-mins and I.A. Given. New York: SME-AIME. pp. 12-2–12-13.
3. Hartman, H.L., 1987. Introductory Mining Engineering. New York: Wiley, p. 633.
4. Nicholas, D.E., 1981. Method Selection - A Numerical Approach, Design and Operation of Caving and Sublevel Stopping Mines, Chap.4, D. Stewart, (ed.), SME-AIME, New York, 39–53.
5. Stefanov, D., Garkov, I. 2016. Podzemen rudodobiv - 2 : Izbrani glavi ot Podzemniya rudodobiv. Sofia, ISBN - 978-619-160-599-6, pp.165

ТУНЕЛНО-ПРОБИВНИ МАШИНИ ПОДХОДЯЩИ ЗА ГРАДСКИ УСЛОВИЯ

Борислав Борисов¹ email: bborisov32@yahoo.com, Веселин Балеv¹ email: veselinbalev@mgu.bg

¹ МГУ „Св. Иван Рилски“, кат. „Подземно строителство“

РЕЗЮМЕ

Разгледани са различните технологии за строителство на тунели в градски условия. Описани са тунелно пробивни машини, подходящи за работа в слаби почви и скали, принципите им на работа, както и техните предимства и недостатъци. В заключение са изброени основните съображения при избор и проектиране на механизирани щитове.

TUNNEL-BORING MACHINES SUITABLE FOR URBAN CONDITIONS

Borislav Borisov ¹ email: bborisov32@yahoo.com, Veselin Balev¹ email: veselinbalev@mgu.bg

¹ UMG „St. Ivan Rilski“, dep. „Underground Construction“

ABSTRACT

The Various technologies for tunnel construction in urban conditions are discussed. Tunnel boring machines suitable for working in weak soils and rocks are described, along with their working principles, advantages, and disadvantages. In conclusion, the main considerations in the selection and design of mechanized shields are listed.

I. Увод

Тунелите играят важна роля в развитието на съвременната транспортна, хидротехническа и комунална инфраструктура. Те представляват линейни подземни съоръжения с наклон до 10%, които имат поне два изхода на земната повърхност. Условията за строителство и експлоатация на тези съоръжения зависят основно от заобикалящата ги среда. При подземните съоръжения това е земната кора, поради което задълбочените предварителни проучвания и анализи са основна предпоставка за успешната им реализация [1]. Съществуват редица класификации на скалите, основани на различни техни показатели и механични характеристики. В зависимост от величината на действащите кохезионни сили, скалите могат да се разделят на истински, пластични и рохки [1]. Истинските скали се подразделят на твърди (магмени и голяма част от седиментните скали) и псевдотвърди (мергели, анхидрити, глинести и хлоритови шисти и др.). Пластичните скали (почви) включват различни видове глини, каолин и др., а рохките скали (почви) обхващат неспоените пясъчни и чакълести утаечни отложения, както и силно изветрели и напукани магмени и метаморфни скали. Най-благоприятни за тунелното строителство са твърдите скали, с изключение на окарстените такива [2]. Еднородността на геоложките структури (разломни нарушения, възседи, разседи, навлаци и др.) и стратиграфията (антиклинали, синклинали, положение на пластове и т.н.) на скалните пластове също играят съществена роля. Подземните води оказват голямо влияние както върху строителството, така и върху експлоатацията на тунелите, тъй като често увеличават земния натиск, особено при псевдотвърди и пластични скали (почви). Химическият състав на подземните води също има съществено значение при изграждането на тунелните облицовки. При наличие на агресивни води се използват специални цименти и добавки за изготвяне на корозионно устойчиви бетони. За защита от корозия се прилагат изолационни инжекционни работи, както и някои специални методи [1]. Разработени са множество методи за изграждане на тунели, които са адаптирани към различните инженерно-геоложки, скално-земно-механични и хидрогеоложки условия.

Според технологията на изпълнението им, тунелите се класифицират в две основни групи [1, 2, 3]:

- Изградени по открит способ;
- Изградени по закрит /подземен/ способ.

От своя страна, тунелите изградени по открит способ могат да бъдат поделени на такива изпълнени по котлованен и по траншеен начини. Закритите методи за тунелно строителство, според технологията им, биват класически (минен) способ и такъв с използване на тунелно-пробивни машини (ТПМ). Съществуват множество различни модификации на закритите методи, характеризиращи се със своите специфични технологично-конструктивни решения. Класическите (минни) тунелни способности са наречени на страните, в които са създадени (белгийски, австрийски, германски, италиански, английски, американски) или са назовани на характерни техни особености (като подсводен прорез, с централна водеща галерия, ядров метод, разработване на пълен профил, с долен и горен отстъп и др.) [1, 2].

Има съществена разлика между изграждането на тунели в урбанизирана градска среда, при неустойчиви (пластични и рохки) водоносни строителни почви и малко покритие (често недостатъчно за постигане на т. нар. засводяване), и строителството на такива с дълбоко заложение, в здрав масив от твърди скали, ситуирани извън населени места. При първите освен сигурността на самия тунел е необходимо да се обезпечи и безопасността на сградите и инфраструктурата намиращи се в зоната на влияние на изгражданото подземно съоръжение. Особено критична е работата в гъсто застроените централни градски части, където често трасето преминава в непосредствена близост или дори под важни сгради, чувствителни паметници на културата или важни транспортни съоръжения, въздействието върху които, вследствие промяна на напрегнатото състояние на масива, би довело до трудно предсказуеми последици. В тази връзка изборът на оптимална технология на строителство и предприемането на ефективни мерки за ограничаване на сляганята по повърхността и въздействието върху булевардите, улиците, сградите и съоръженията са от първостепенна важност при реализирането на подобни проекти [4].

В настоящата публикация са разгледани тунелно-пробивните машини подходящи за работа в масиви от неустойчиви водоносителни строителни почви в контекста на силно урбанизирана градска среда.

II. Технологии за изграждане на тунели в слаби почви

Общи сведения

При строителството на тунели в слаби почви, в централните градски части, при наличие на гъста подземна, наземна и надземна инфраструктура, както и високи сгради (с прилежащите им подземни части и дълбоки фундаменти) в близост или върху трасето на тунелите не е възможно да бъде използван значително по-евтиният и бърз открит способ. Като се имат предвид сериозното технологично развитие, постигнато през последните десетилетия, механизираният щитов метод е предпочитаният избор за тунелно строителство в градска среда. Този метод позволява извършването на работата при контролирани условия, като се постига минимизиране на въздействието върху съществуващите сгради и съоръжения над и в близост до трасето на тунела. По-рядко и при благоприятни условия се разчита на класически тунелен метод, обикновено, в разновидността му на модифициран Нов Австрийски Тунелен Метод (НАТМ).

При Новоавстрийския метод не е необходима толкова сериозна предварителна инвестиция в закупуване на машини и оборудване (спрямо щитовият метод). Този метод притежава гъвкавост и адаптивност на начина на прокопаване и укрепване спрямо променливи инженерно-геоложки условия. При наличие на голямо количество подземни води и необходимостта от осушаване на забоя, е възможно, вследствие продължителното водочерпене, да се получат недопустими сляганя на повърхността. Освен това изграждането на тунели в оводнени слаби почви често е сериозно затруднено поради нестабилността на тези почви и необходимостта от трудоемки и скъпи мероприятия по заздравяване и осушаване на масива. НАТМ е значително по-бавен с напредък от порядъка на 1 до 2 m на денонощие за работен фронт.

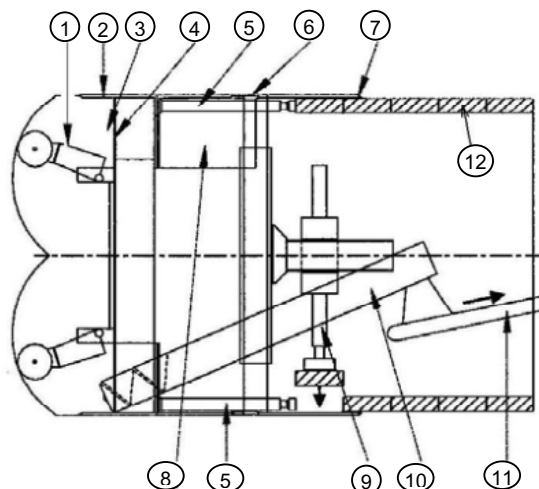
Предимствата при строителството с ТПМ са свързани с пълното механизирание на работния процес, значително по-голямата скорост (10 до 40 m на денонощие), минимално въздействие върху околните сгради, по-голяма безопасност на работа под земята, по-екологично строителство (намалени

замърсяване, шум и вибрации), при щитовете с херметизирана забойна камера не се налага водопонижение, постига се високо качество на облицовките (сглобяеми или монолитно-пресовани) [4, 5]. Като недостатъци може да се посочат по-дългият период за геоложко проучване, проектиране, производство и доставка на машината, необходимост от квалифициран и опитен изпълнител, тунелът трябва да е поне няколко километра, за да бъде икономически рентабилен, методът е по-малко адаптивен към силно променлива геология по трасето [4].

Видове Тунелно Пробивни Машини

Съществуват множество видове ТПМ, които притежават характерни конструктивно-технологични особености. В слаби почви се използват т. нар. механизирани щитовете. Външната обвивка на машината представлява стоманен цилиндър (щит), придвижващ се напред с помощта на хидравлични преси, които се запъват в изпълнената тунелна облицовка. Всички операции по изкопаването на почвите и изграждането на постоянните тунелни конструкции се извършват под неговата защита. При неустойчиви и оводнени масиви се използват механизирани щитовете с възможност за укрепване и на забоя (челото). Това са така наречените ТПМ с периферно и фронтално укрепване, съгласно класификацията на AFTES (Френската Асоциация по Тунели и Подземно Пространство) [5]. Този тип машини са следните основни видове - ТПМ, работещи със сгъстен въздух, такива използващи суспензии и машини с баланс на земния натиск [4, 5, 6].

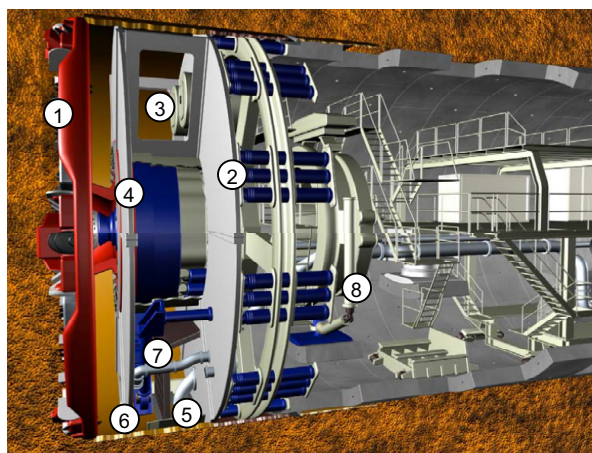
ТПМ, работещи със сгъстен въздух (Compressed Air Machine) – почвите се разработват с помощта на въртяща се плоска (по-рядко конична) планшайба или на изкопен орган във вид на телескопична стрела. Сгъстеният въздух в забоя не позволява на подпочвената вода да проникне в тунела, но трудно може да компенсира едновременно и хидростатичния (водния), и по-значителен земен натиск т.е. в челото на щита е необходимо да има относително устойчиви почви. Колкото самата почва е по-непропусклива спрямо въздуха, толкова по-прецизно и контролирано ТПМ укрепва забоя (лицето) на тунела. Такава ситуация не винаги е осъществима по протежение на трасето на тунела. Съответно, този начин на работа създава риск от внезапна загуба на укрепващо налягане, ако масива не е детайлно проучен и не се кондиционира надлежно в рисковите участъци. През последните години, благодарение на напредъка в технологиите, заедно с нарастващото нежелание, по медицински причини, за използване на работни методи със сгъстен въздух, по-широко се използват механизирани щитовете, използващи суспензии и такива с баланс на земния натиск за тунелно строителство в нестабилни градски условия. Сгъстеният въздух понастоящем е най-вече допълнителна опция в по-съвършените механизирани щитовете разгледани по-нататък [6].



Фиг. 1. Тунелно пробивна машина със сгъстен въздух 1. Изкопен орган, 2. Щит, 3. Забойна камера, 4. Херметична преграда, 5. Хидравлични преси, 6. Опорна рамка, 7. Уплътнение на задната част, 8. Въздушен шлюз към забойната камера, 9. Монтажник на сегменти, 10. Винтов транспортър, 11. Конвейер за превоз на земна маса, 12. Тунелна облицовка. [5].

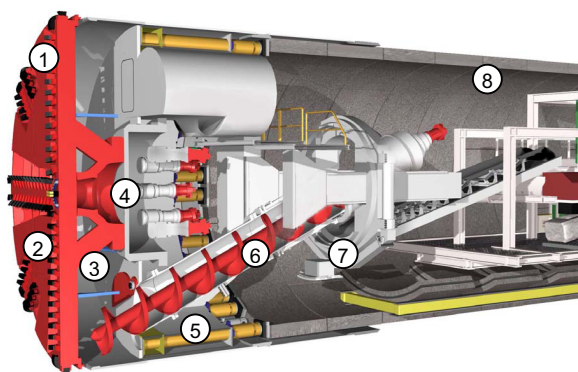
ТПМ, използващи суспензия (Slurry/Hydro Shield Machine) – тези механизирани щитове са подобни на тези със състен въздух, само че вместо въздух се използва суспензия на бентонитова или подобна друга основа, позволяваща осигуряване на укрепващо противоналягане в забоя. В зависимост от пропускливостта на почвата, плътността и вискозитетът могат да варират, налягането може да се регулира чрез контролиране на скоростта на отвеждащата и захранващата помпи (при Slurry Shield Machine).

Разработването на почвите се извършва чрез ротираща плоска планшайба с различен брой радиални греди с прикрепени към тях твърдосплавни резци. Секторите между гредите може да се закриват в различна степен, според устойчивостта на забоя, като по този начин се осигурява определено допълнително механично укрепване. Изкопаният земен материал и укрепващата суспензия се смесват по време на хидравличния транспорт посредством тръби с последваща сепарация на двата материала. Важна конструктивна характеристика на хидро-щитовете (Hydro Shield Machine) е наличието на буфер със състен въздух, чрез който се поддържа и управлява налягането на суспензията, с помощта на специална инсталация [7]. ТПМ, използваща суспензия е използвана за изграждането на линия 2 на метрото в София.



Фиг. 2. Тунелно пробивна машина използваща суспензия 1. Работен орган, 2. Преградна стена, 3. Въздушна възглавница, 4. Херметическа преграда, 5. Тръбопровод за суспензия, 6. Трошачка, 7. Захранване, 8. Монтажник на сегменти (Rehm, Herrenknecht 2006).

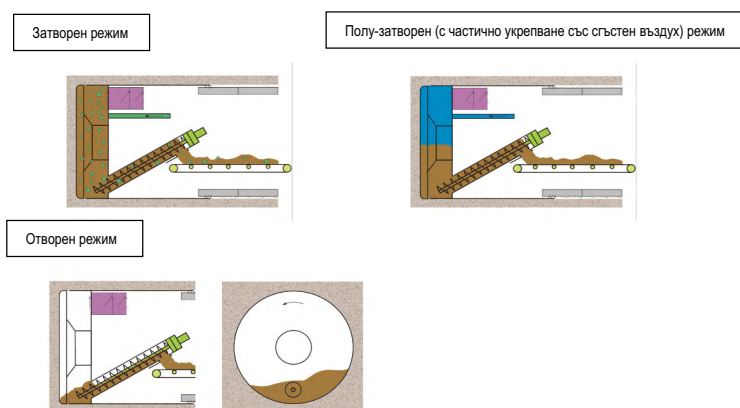
ТПМ с баланс на земния натиск (EPBM - Earth Pressure Balance Machine) - машините от този тип създават противоналягане в херметизирана забойна камера, непозволяващо подземните води и почви да навлизат през машината в тунела. Разработването отново се осъществява посредством въртящ се работен орган (планшайба с радиални греди), снабден с режещи зъби (ножове) за изрязване и изкъртване на почвата в забоя. Изкопаната пръст попада в забойната камера директно зад работния орган. Пръстта е в пластично състояние, след като е обработена с определени подобряващи агенти. Получената пластична маса се изнася от камерата посредством винтов транспортър (шнек). При движението си по транспортъра, кондиционираната земна маса се превръща в своеобразна тапа, непозволяваща загуба на укрепващо налягане в камерата в челото (забоя) на тунела. Машината отново се придвижва от система, равномерно разпределени, хидравлични преси, запъвани в готовата тунелна конструкция в задната част на щита [7, 8]. Тези машини са често използвани при изграждане на тунели в условия на слаби почви и високо ниво на подземните води, вкл. при строителството на първи диаметър на метрополитена в гр. София [4, 7, 8].



Фиг. 3. Тунелно пробивна машина с баланс на земния натиск 1. Режещи елементи, 2. Работен орган, 3. Забойна камера, 4. Херметическа преграда, 5. Преса за придвижване, 6. Винтов транспортър, 7. Монтажник (еректор) на сегменти, 8. Сегментна облицовка (Rehm, Herrenknecht 2006).

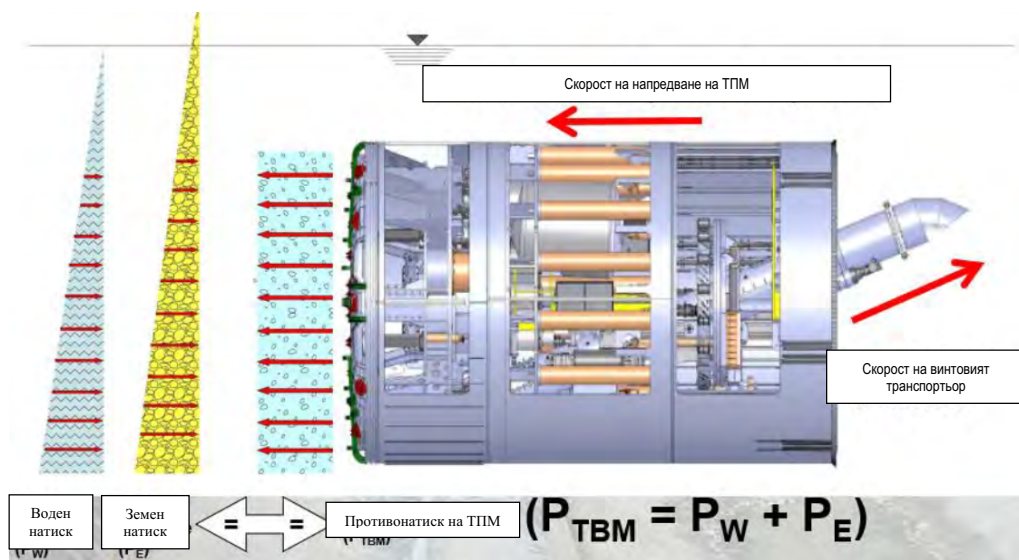
Осигуряване стабилността на забоя и предотвратяване на слягания по повърхността

Изграждането на тунели под сгради и обекти на инженерната инфраструктура може да се извърши успешно, посредством ТПМ при условие, че се работи с подходяща машина съобразно конкретната геотехническа обстановка. При инженерно-геоложки и хидрогеоложки контекст от нестабилни водонаситени почви в гъсто урбанизирана среда е задължително използването на механизирани щитове с възможност за периферно и фронтално укрепване. Машината трябва да работи стриктно само в т. нар. „затворен режим“ (closed mode) - фиг. 4, тоест забойната камера следва постоянно да бъде запълнена с поддържащ материал под налягане, а именно кондиционирана изкопана почва при щитове с баланс на земния натиск или с укрепваща тиксотропна суспензия при хидро-щитовете.



Фиг. 4. Режими на работа на тунелно пробивна машина [9].

Машината би трябвало да притежава достатъчни мощност и капацитет, за да бъде в състояние да осигури необходимото забойно опорно противоналягане, като устои на определените най-тежки комбинации от натоварвания, като: воден (хидростатичен или хидродинамичен) и земен натиск, при отчитане наличието на водоносни пластове, напреженията в почвите вследствие на геоложкия товар, от водата в порите, от повърхностни и подземни товари от сгради, пътища, съоръжения и т. н. По време на строителството е необходимо да се поддържа противоналягане в забойната камера равно на сбора от водния и земния натиск. В случай че противонатискът на ТПМ е с по-висока стойност, може да се очакват издигания по повърхността, а когато е с по-ниска стойност, се наблюдават слягания.



Фиг. 5. Принцип на работа на тунелно пробивна машина с баланс на земния натиск [9]

Минимални изисквания към тунелно пробивните машини

Изисква се тунелно пробивната машина да притежава автоматизирана система за управление на параметрите на работа на машината. Необходимо е да се регистрират данните на ТПМ за контрол и управление на изкопните дейности, като бъдат налични сензори за отчитане, уреди за измерване и обследване, също и устройства за регулиране и управление, както следва [8]:

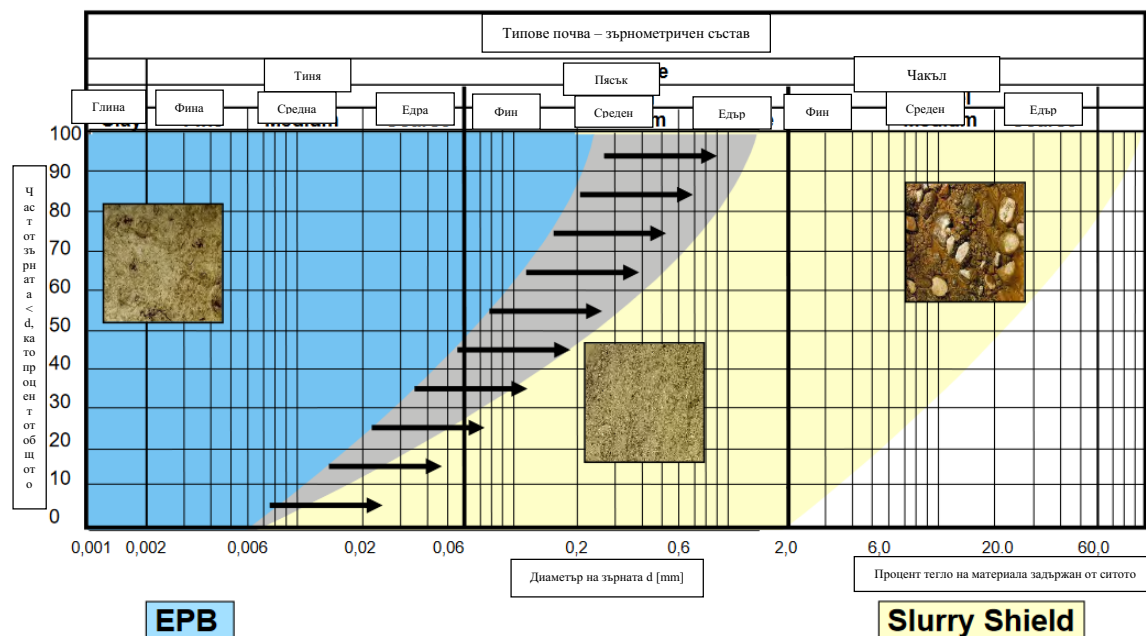
- сензори за измерване налягането в забойната камера;
- прибори за тегловни и обемни измервания на количеството на постъпващия изкопан материал;
- скорост на въртене и степен на проникване на изкопния работен орган;
- скорост на винтовия транспортър при щитове с баланс на земния натиск;
- скорост на потока и обемна плътност на суспензията в посока навътре и навън при хидро щитовете;
- въртящ момент на работния орган;
- усилия в хидравличните преси за придвижване на ТПМ;
- уреди за регулиране на налягането и разходомери за наблюдение на нагнетяването на инжекционния разтвор зад сегментите;
- сонда с възможност за наклонено сондиране до 10-15° за вземане на проби от материала in situ;
- съоръжения за изпълнение на инжекционни дейности от ТПМ, при необходимост;
- система за прецизно насочване и необходимият за определяне на последователността на сглобяване на системата сегмент-пръстен (при отчитане на скосяването им) софтуер, за да се постигат необходимите хоризонтални и вертикални криви и да се изправят отклоненията от проектната ос на тунела [8, 10, 11, 12].

III. Избор на тунелно пробивна машина

Изборът между щит, използващ суспензия, и такъв с баланс на земния натиск се обуславя от различни фактори. Щитът, използващ суспензия, предлага предимства по отношение на поддържането на стабилно укрепване на челото на тунела при съответната работна стойност. При тези щитове налягането на суспензията може да се регулира независимо от движението на машината с помощта на помпи или сгъстен въздух, като по този начин се постига равномерен и прецизен контрол. Системата за

транспорт на материала е затворена и постоянно поддържа изискуемото налягане. При необходимост налягането на суспензията може да бъде настроено да надвишава околното хидростатично налягане в масива, като по този начин се постига изнасяне на флуид от камерата, което е условие, за да се предотврати нестабилност на забоя при условия на втечнени почви, например оводнени несвързани равнوزърнести пясъци. Като се използва вискозна бентонитова суспензия, се постига отлагане на запечатващ слой (кора, филтърен кек) върху повърхността на изкопа. По този начин се предава ефективен укрепващ натиск на забоя и се възпира водния приток през порите на почвата на масива. Това е полезно за осигуряване на стабилност на несвързани почви и такива с ниска кохезия, като чакъли, пясъци и др. Машините, използващи суспензия, са подходящи за разработване на масиви от почви с подобни характеристики (фиг. 6).

Недостатъците на системата с укрепваща суспензия са свързани с по-високи разходи за закупуване на машини и оборудване, изискване за инсталация за сепарация на почвата от суспензията, за която е необходима обширна площ на работната площадка. Освен това, при по-голям процент на фината фракция, разделянето е по-сложно и скъпо и се налага често подновяване на суспензията, като тини и глини, особено частици по-фини от 0,006 mm са трудни за отстраняване [8]. Правилното проектиране и оразмеряване на инсталацията за сепарация е важна за оптималната работа и напредъка. Следва да се отчетат количеството материал, циркулиращ в транспортната система (като функция от изкопните обеми и скоростта на напредване), и зърнометрията на почвите, по-специално съдържанието на фини и много фини частици ($d < 50\mu$) [8].



Фиг. 6. Обхвати на приложение на тунелно пробивна машина с баланс на земния натиск (EPB) и такава използваща суспензия (Slurry Shield), според геотехническата обстановка [9].

Щитовете с баланс на земния натиск (EPB) са предназначени за разработване на свързани почви с високи съдържания на глинеста и прахова фракции, притежаващи относително ниска пропускливост. Почвата, изкопана от работния орган, поддържа стабилността на забоя, като за тази цел изкопаният материал трябва да притежава висока пластичност (течно-пластична до мекопластична консистенция Ic), ниско вътрешно триене и ниска пропускливост. Необходимо е да се кондиционира почвата чрез добавяне на бентонит, пяна или полимери. Стабилността на забоя се постига чрез балансиране на скоростта на напредване, обуславяна от хидравличните преси на щита и скоростта, с която материалът се отвежда чрез шнека, фиг. 5. Материалът работи като тапа и не

позволява загуба на налягане. Обикновено се задава постоянна скорост на напредване на пресите, като операторът регулира скоростта на въртене на винтовия транспортър, за да се поддържа налягане в камерата в правилния работен диапазон. Предимствата, предлагани от тази система, са по-ниска цена, необходимост от по-малка работна площадка, по-голяма наличност на пазара, значително по-голям брой изпълнители, притежаващи опит с този тип машини. Основният недостатък в сравнение с хидро-щитовете е по-голямата трудност при контролиране колебанията на забойното налягане и поддържането му на желаното ниво по време на изкопните работи и изграждането на тунелната конструкция. За тази цел съвременните машини могат да бъдат оборудвани с допълнителна система за поддържане на забоя за контролиране на налягането чрез инжектиране на бентонит. Ако поддържащото налягане в работната камера падне под предварително определено ниво, допълнителната система се активира автоматично и нагнетява бентонитова суспензия, за да възстанови спада на налягането в забоя [8].

С напредването на технологиите е разширен значително обхватът на машините за работа в различни геоложки породи чрез използването на продукти за подобряване на почвата като специални полимери, пясни, добавки против слепване и посредством употреба на фини пълнители (например калциев карбонат на прах). Подобряването се извършва посредством инжектиране на почвите пред машината от устройства разположени по работния орган и чрез кондиционирането на изкопаната почва в забойната камера за щитовете с баланс на земния натиск. В наши дни, с натрупания строителен опит може да се каже, че областите на приложение на двата типа машини практически почти напълно се припокриват [8]. Разработени са, и вече влизат в употреба, и хибридни машини (т. нар. mixed face shields, crossover TBMs), които могат да оперират и в двата режима на работа [8]. При наличието на големи камъни и валуни в масива ТПМ се оборудва с трошачка.

Заклучение

Проектирането и изборът на тунелно-пробивна машина (ТПМ) изисква внимателно обмисляне на множество геотехнически фактори, които могат значително да повлияят на успешното изпълнение на проекта. Сред тези фактори са характеристиките на геоложкия масив, като разпределението на различните литоложки разновидности на скалните и почвените слоеве, както и тяхното пространствено разположение. Зърнометричният състав на почвите, както и водното съдържание и коефициентът на филтрация, са от съществено значение, тъй като те определят как ще реагира масива на натоварванията и каква ще бъде необходимостта и вида на укрепването и евентуална стабилизация на масива около изработките. При планирането на тунела е важно да се вземе предвид наличието на големи камъни и валуни в масива, както и възможността за срещане на естествени и изкуствени кухини, които могат да представляват сериозно предизвикателство за ТПМ. Особено внимание трябва да се обърне на присъствието на лещи от вода или дребнозърнести пясъци, които могат да се държат като тежка течност и да доведат до сериозни проблеми със стабилността на забоя. Преодоляването на фундаменти, обсаждания на сондажи и други антропогенни препятствия също изисква специфични решения и може да наложи използването на специализирани техники и оборудване. Освен геотехническите характеристики, съществено значение имат и водният и земният натиск, както и наличието на тектонски зони и геоложки структури, които могат да повлияят на строителния процес. Тези фактори определят не само вида на ТПМ, но и необходимостта от допълнителни съоръжения, като системи за поддържане на забоя с бентонит и състен въздух, химическо инжектиране, замразяване на масива или каменотрошачки за работа с едрозърнести материали. Други критични аспекти включват дължината, дълбочината и трасето на тунела, които могат да ограничат достъпа до машината за ремонти и поддръжка, особено при дълги пробиви без възможност за инсталиране на шахти или метростанции. Планирането на условията за отцеждане и депониране на земните маси, както и осигуряването на достатъчно пространство за разполагане на работни площадки и логистични съоръжения, също са важни елементи, които не трябва да се подценяват. Един от основните фактори, влияещи на избора на ТПМ, е възможността за прецизно контролиране на стабилността на забоя и сляганията по повърхността, особено в чувствителни зони с интензивна инфраструктура. Също така,

икономическите аспекти, като първоначалните инвестиционни разходи и наличието на опитен изпълнител, играят решаваща роля при вземане на крайното решение.

Практиката показва, че за тунели с по-малко напречно сечение и дължина до 2000 метра, класическите методи могат да бъдат конкурентни на ТПМ по отношение на разходите и времето за изпълнение [5]. Въпреки това, при по-дълги тунели и в условия на слаби почви, използването на тунелно-пробивна машина остава най-подходящият подход, осигуряващ необходимото ниво на сигурност и ефективност.

Литература

1. Тотев Й. и Тотев Й., „Тунели“, печатница „ВТУ Тодор Каблешков“, София, 2006;
2. Георгиев Л., „Тунели“, печатница „ЕС ПРИНТ“, София, 2004;
3. Борисов Б. „Методи за строителство на метротунели в условията на град София“ - списание „Ютилитис“, бр. 2 (76), февруари 2010;
4. Джоргов А., „Изследване за оптимизиране на последиците при прокарване на метротунели по щитов метод с малко сводово покритие“, дисертация за получаване на образователна и научна степен „Доктор“, МГУ, София, 2016;
5. Louis Wassmer, Oscar Treceno, Enrico Andreossi, Swiss Re, „Tunnel Boring Machine (TBM) applications in soft ground conditions“, IMIA Meeting 2001, Sydney;
6. AFTES, New Recommendations on Choosing Mechanized Tunneling Techniques, Paris, 2000;
7. Борисов Б., Павлов П. „Изграждане на монолитна стоманобетонна облицовка след разглобяване на тунелно-пробивната машина при разширение на софийски метрополитен – първи метродиаметър“ - 55-та международна научна конференция на МГУ. Свитък II „Добив и преработка на минерални суровини“. ISSN 1312-1820.
8. Tunnel – General Descriptive Report, Hanoi Pilot Light Metro Project, Doc N° PIC-TEC-TRE-WTO-L10-32001-E-2A, Hanoi, 2012;
9. Levent Ozdemir, „EARTH PRESSURE BALANCE (EPB) MACHINES“, Tunneling Short Course, 2018;
10. Павлов П., Тотев Л., Борисов Б. „Производство на стоманобетонни сегменти за тунелна облицовка при изграждане на софийски метрополитен - първи метродиаметър“. 55-та международна научна конференция на МГУ. Свитък II „Добив и преработка на минерални суровини“. ISSN 1312-1820. С. 43-46.
11. Павлов П., Джоргов А. Промяна на напрегнатото състояние на почви чрез заздравяване, преди преминаване на тунелопробивна машина под сгради и съоръжения. 57-ма международна научна конференция на МГУ. Свитък I „Добив и преработка на минерални суровини“. ISSN 1312-1820. С. 76-79.
12. Pavlov P., Totev L., Tondera Einsatz einer Tunnel-Bohrmaschine bei der Auffahrung des zweiten U-Bahn-Tunnels der Sofioter Metro. Scientific Reports on Resource Issues 2012. Volume 2. Freiberg, Germany. ISSN 2190-555X. S. 228-234.

КОРОЗИЯ НА ПОДЗЕМНИ СТОМАНОБЕТОННИ СЪОРЪЖЕНИЯ – МЕТОДИ ЗА ЗАЩИТА И ПРЕВЕНЦИЯ

Борислав Борисов¹ email: bborisov32@yahoo.com, Павел Павлов¹ email: pavel.pavlov@mgu.bg
¹ МГУ „Св. Иван Рилски“, кат. „Подземно строителство“

РЕЗЮМЕ

Накратко са разгледани различните процеси по влошаване на бетона, корозия на армировката и въздействие на околната среда в подземни условия. Очертани са методите за защита и превенция. В заключение е щрихована философията на антикорозионния мениджмънт.

CORROSION OF UNDERGROUND REINFORCED CONCRETE STRUCTURES – METHODS FOR PREVENTION AND PROTECTION

Borislav Borisov¹ email: bborisov32@yahoo.com, Pavel Pavlov¹ email: pavel.pavlov@mgu.bg
¹ UMG „St. Ivan Rilski“, dep. „Underground Construction“

ABSTRACT

The various processes of concrete deterioration, reinforcement corrosion and environmental effects in underground conditions are briefly discussed. Methods of protection and prevention are mentioned. In conclusion, the philosophy of anti-corrosion management is outlined.

I. Увод

Подземните съоръжения и техните конструктивни носещи елементи са подложени едновременно на механично натоварване и агресивно въздействие. С времето се наблюдава влошаване на физичните якостни и деформационни характеристики на бетоните и армировката.

Проектирането на експлоатационния живот на стоманобетона е един от основните аспекти на икономическата ефективност и устойчивост при съвременното подземно строителството. Осигуряването на стоманобетонните конструкции за необходим времеви период предотвратява разходите за преждевременни ремонтни дейности, както и свързаните с ремонтите функционални разходи.

В международен аспект нарушенията и дефектите на стоманобетонната инфраструктура, се считат за едни от най-тежките и актуални предизвикателства пред строителната индустрия. Още в края на миналото столетие са оценени годишни разходи от над 5 милиарди щатски долара за поправка на стоманобетонни конструкции в Западна Европа [1]. В САЩ е известно, че за ремонт и рехабилитация на корозирали подземни съоръжения се харчат по над 20 милиарда долара годишно, което илюстрира важноста на проблема. Данните удостоверяват, че през 2015 година – 30 % от експлоатираните подземни тунелни конструкции са подложени на корозия, като 10 % от годишния световен добив на метали се губи във вид на корозионни продукти (ръжда). Освен финансовите щети, следва да се отчетат рисковете за живота и здравето на населението, както и намалена производителност на труда и други рискове, произтичащи от аварии и ремонти на инфраструктурата [2, 3].

II. Механизми за влошаване

Общи сведения

Корозията е процес на самоволно разрушаване на стоманобетонните конструкции вследствие на физикохимичното и механичното въздействия от агресивни фактори. Механизмите за влошаване се обуславят от агресивно вещество проникващо в бетона. Постепенно то, или се натрупва във външния бетонен слой докато концентрацията надвиши критичната стойност, разрушаваща бетона или дифузира по-навътре към армировката. Когато е достигната определена прагова стойност на

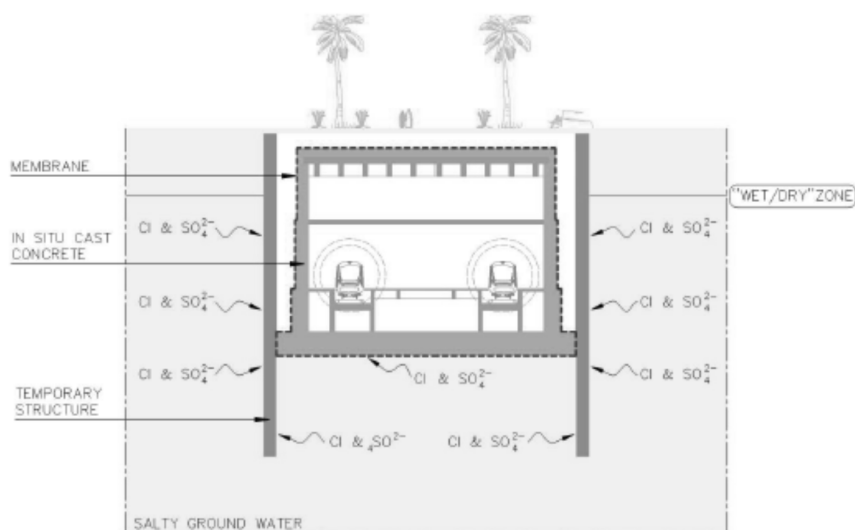
концентрация, на повърхността на армировката, започва корозия на стоманата. Двата основни и взаимодействащи си материали - стоманената армировка и бетонът са обект на отделни, но взаимосвързани процеси на влошаване.

Стоманата, вградена в бетон, обикновено е защитена от корозия поради наличието на пасивно оксиден филм от гама ферик оксид ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), заобиколен от калциев хидроксид ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), като последният отразява силно алкалната среда на бетонната смес, обичайно с рН над 12,5. Двата материала се комбинират така, че да образуват продукт, устойчив на корозия. Целостта на този композит може да бъде засегната от влошаването на един от материалите или на двата материала заедно. Корозия на армировката може да възникне без нарушаване на покриващия бетон, като е възможно да се стигне до значителна степен на корозия на участъка, преди да станат видими проблемите на повърхността.

Основни фактори, влияещи върху корозията

Фактори, влияещи върху корозията [4]:

- Относителна влажност на атмосферата на съоръженията – повишената относителна влажност над критична стойност води до рязко увеличаване на скоростта на корозия;
- Температура на атмосферата на подземните съоръжения и варирането и – повишението на температурата обикновено ускорява корозията, водейки до ускоряване на електрохимичните реакции и дифузионните процеси, но влиянието и не винаги е еднозначно;
- Присъствие на замърсители във въздуха – твърди частици, солена мъгла и газове. Твърдите частици ускоряват корозията, чрез ролята им на центрове на кондензация на влага и като източници на корозионно действащи аниони;
- Време, през което върху повърхността на елементите има влага;
- Честота на вариране на мокри (влажни) и сухи условия;
- Разтворени в строителната почва соли;
- Влажност на почвата – влажност от порядъка на 15 % или повече е необходима за поддържането на корозионните процеси;
- Киселинност на почвата – обикновено рН на почвите е в интервала 5-8. В този интервал рН, като цяло е фактор, който доминира почвената корозия;
- Температура – най-общо с повишаването на температурата скоростта на корозията нараства;
- Дълбочина, на която се намира дадено съоръжение – скоростта на корозия нараства с нарастването на дълбочината, но това нарастване е неравномерно и е различно за различните типове почви и материали;
- Наличие на микроорганизми – особено опасни са сулфат редуциращите и желязо-бактериите.



Фиг. 1. Примерни условия на експозиция на подземна метро станция [5].

Почви с висока влажност, висока електропроводимост, висока киселинност, висока концентрация на разтворени соли са най-корозионно агресивни.

III. Механизми за влошаване качеството на бетона

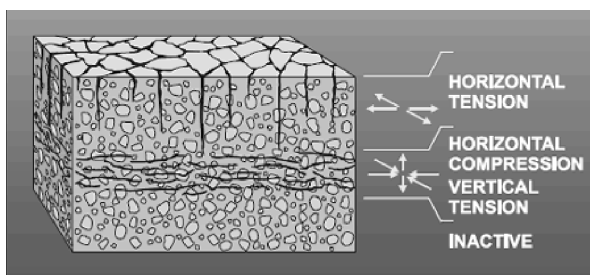
Дефинирани са четири типа разрушение са в American Concrete Institute (ACI) 365.1 („Прогнозиране на експлоатационния живот“) [6], както следва:

- Тип I - Химично разрушение - промяна на качествата на бетона чрез реакция, която може да приеме три форми: хидролиза на циментова паста чрез мека вода, реакции на обмен на катиони между флуиди и циментова паста/камък и реакции, които водят до образуването на разширяващи обема си продукти. Химическото въздействие включва следните процеси: излужване, забавено образуване на еtringит (хидросулфоалуминат), сулфатно въздействие, въздействие от киселини и основи, алкална реакция на добавъчните материали;
- Тип II – Механично разрушение, което може да доведе до напукване и изветряне на бетоновите повърхности. Включва следните процеси: кристализация на соли, замразяване и размразяване, абразия и ерозия;
- Тип III – Термични (температурни) повреди, които могат да доведат до пукнатини и забавено образуване на еtringит (хидросулфоалуминат);
- Тип IV - Комбиниран ефект: Това е комбинация от няколко причини (химични, механични и термични).

Следователно могат да се отделят следните по-основни механизми за влошаване на бетона: алкална реакция на агрегатите, сулфатно въздействие, киселинно въздействие, микробиологично въздействие, сулфидно въздействие, въздействие от въглероден двуокис, излужване и абразия.

Алко-силициева реакция на агрегати

Алко-силициева реакция на агрегатите (добавъчните материали) е химичен процес, при който алкалите присъстващи в цимента, се комбинират със съединения в реактивен добавъчен материал при наличие на влага. Тази реакция води до създаване на алкално-силикатен гел, който може да абсорбира вода и да разшири обема си, предизвиквайки напукване и разрушаване на бетона.



Фиг. 2. Схематично представяне на дезинтегриране на бетон, вследствие на алкало силициева реакция [7]

Сулфатно въздействие

Съществуват три основни химични реакции между сулфатите в състава на подземните води и бетона:

- Реакция между сулфатите и калциевия хидроксид за получаване на калциев сулфат (гипс). Обемът на образувания гипс е над два пъти по-голям от обема на реагиращия калциев хидроксид. Това създава вътрешни напрежения разрушаващи бетона;
- Потреблението на варовик, съгласно горната реакция, понижава степента на рН, позволявайки на сулфатите да реагират с дестабилизирани алуминиеви минерали в циментовата паста за

образуване на разширяващ се минерал - хидросулфоалуминат (т. нар. еtringит-ettringite), който води до разпад на циментовата паста;

- Карбонатите, съдържащи се в агрегатите или като йони във водата в порите на бетона, заедно със сулфатните йони и калциевите силикатни хидрати в присъствието на вода реагират за образуване на таумазит (thaumasite).

Бетони със сулфатоустойчив цимент също могат да бъдат уязвими към образуване на таумазит. От друга страна бетоните с добавена шлака притежават намалена таумазитна реактивност. Бетоните на основа сулфатоустойчив цимент не са подходящи за използване в соленоводни условия поради недостатъчната им устойчивост срещу проникване на хлоридни йони.

Киселинно въздействие

Киселините представляват заплаха за интегритета на бетона, когато стойността на рН падне под 6,5 за продължителен времеви период. Основният механизъм на влошаване е свързан с намаляването на рН, дължащо се на консумацията на калциев хидроксид и дестабилизиращо калций-алуминиевите хидрати и хидратите на калциев силикат в циментовата паста. Това води до разграждането на тези минерали на цимента. В резултат повърхностният бетон постепенно ерозира с времето.

Вследствие на разграждането на повърхностния бетон се повишава и риска от корозия на армировката. Корозията често бива причинена от навлизането на хлориди от солени води и почви (нарушаващи защитния филм от железен оксид около армировъчната стомана), или поради загуба на алкалност заради киселини, реагиращи с калциевия хидроксид.

Бетоните с добавени активни минерални добавки, осигуряват защита от излужване и киселинно въздействие, при статични подземните води. Допълнителни мероприятия могат да бъдат приложени, когато водата е подвижна. Същите включват предпазни инжекционни циментации, киселинностойчиви покрития и прочие.

Микробиологично въздействие

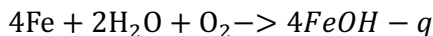
Окисляването на сярата от микроорганизми водещо до образуването на сярна киселина, обикновено се свързва с бактерии от рода Тиобацилус (Genus Thiobacillus). Най-често срещаният тип анаеробна бактерия в почвата е сулфат-редуциращата бактерия. Най-разпространеният вид е *Desulfovibrio Desulfuricans*, която функционира в отсъствието на кислород, но само когато е налице желязо. Бактериите съжителстват в почвата, така че ако условията се променят от анаеробни до аеробни и обратно латентния бактериален щам се активизира. Строителни дейности, позволяващи достъп на кислород до почвата, може да провокират и поддържат аеробна бактериална активност. Влошаването на бетона под действието на сярна киселина, генерирана при аеробни условия е характерен процес при екстремни случаи на експозиция на канализационни хидротехнически съоръжения. Въздействието върху бетона от аеробни и анаеробни бактерии е обичаен проблем и за петролната индустрия, където микробиологичната активност се благоприятства в резервоарите за съхранение поради наличието на нефт и чрез повишените температури в резултат на съхранение му. Почвите могат да съдържат определени концентрации на пиритни отложения. Строителни дейности, позволяващи достъп на кислород до почвеният масив, може да доведе до окисляване на пирита до сярна киселина, която е силно агресивна към бетона [8].

Въздействие на въглероден диоксид

Наличието на въглероден диоксид може да произтича от микробиологични процеси на вегетативно разлагане на растителни останки или вследствие взаимодействието на утаечни варовикови скали с подземните води. От въглеродният диоксид се получава разтвор на въглеродна киселина, имаща способност за разтваряне и изнасяне на варовик от циментовата паста. Степента на излужване зависи също от твърдостта на подземните води.

IV. Корозия на армировката

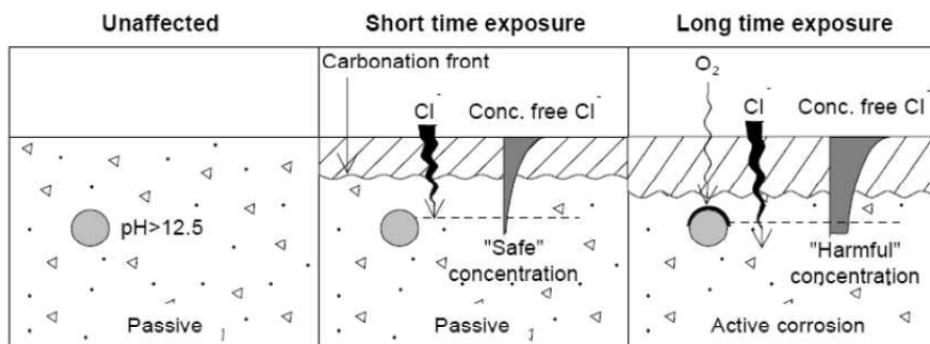
Известно е, че всяко вещество се стреми към своето изходно състояние, тъй като от енергийна гледна точка тази форма е най-устойчива. Корозията на металите е химична или електрохимична реакция, протичаща на фазовата граница „метал/заобикаляща среда“, в резултат на което металът преминава в окислено (йонно състояние) [4]. Процесът на корозия при желязото се описва с уравнението:



При процеса се освобождава енергия q , използвана за производството на желязото. Корозията протича във времето бавно, като отделената енергия не може да се използва обратно. Процесът е необратим и по същество е обратен на металургичното добиване на металите.

Влошаването на стоманата вложена в бетона е процес на корозия, който може да бъде инициран от един или повече от следните механизми:

- Въздействие от хлориди - наличието на критична концентрация на хлоридни йони при повърхността на армировката ще причини локално разпадане на пасивния слой дори при високо pH. В съоръжения, изложени на солена среда, това е основният корозионен риск за стоманобетона;
- Въздействие от сулфиди: сулфидните йони също могат да предизвикат корозия на арматурата по аналогичен начин както хлоридните йони. Хлоридите проникват в бетона по-бързо от сулфидните йони. Адекватната защита срещу корозия, причинена от хлориди, следователно се счита за достатъчна, за да се управлява и рискът от сулфидно неблагоприятно въздействие;
- Карбонизация: постепенното проникване на въглероден диоксид в неводонаситен стоманобетон неутрализира защитната алкална среда около вградената стомана. В присъствие на влага, стоманата корозира.



Фиг. 3. Корозия вследствие хлоридни йони и карбонизация. [9]

Основни реакции

Основната причина за появата на корозия на армировъчната стомана е вследствие на електрохимичен процес. Условие за поява на корозията е съществуването на електрическа клетка. Необходими са два електропроводими материала с различен електрохимичен потенциал (електроди), поставени в йонопроводима среда (електролит). В случаят с бетона, електрическа клетка може да бъде образувана от богат на йони разтвор, намиращ се в порите на циментната матрица, който действа като електролит, и армиращата стомана, когато в нея възникват различни потенциали [10].

Корозията представлява електрохимична реакция или по-точно, две полуклетъчни реакции:

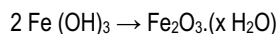
За анода $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$

За катода $\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-$

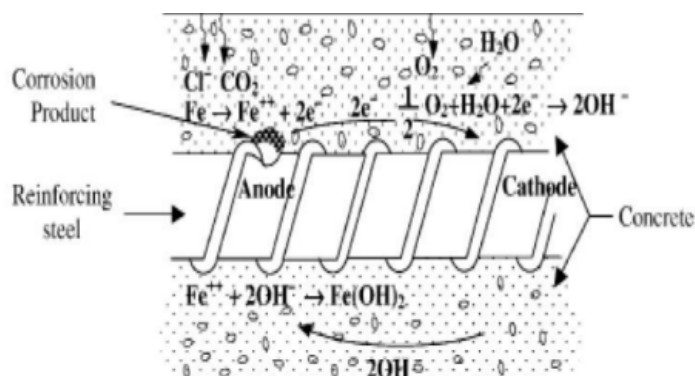
Тези две реакции трябва да бъдат балансирани, т.е. скоростта на генериране на електрони при анода трябва да е равна на степента на потребление в катода. Следователно, процентът на общата загуба на метал в анода зависи от степента, при която могат да възникнат и двете полуклетъчни реакции.

Наличието на кислород обикновено е необходимо при катодните зони, за да протекат реакциите.

Вторичните реакции на анодните зони превръщат Fe^{2+} йони в оксидни съединения точната форма, на които зависи до голяма степен от наличието на кислород в анода. При условия с изобилие на кислород е- в, нормалната реакция ще бъде генерирането на хидратиран железен оксид:



Тези хидратирани оксиди заемат между 2 и 4 пъти по-голям обем от изходното желязо, разтворено при тяхното създаване, като по този начин създават сили на разширение в заобикалящия ги бетон. Напукване и дезинтегриране настъпва, когато тези сили надвишат якостта на опън на покриващия бетон.



Фиг. 4. Електрохимична корозия на стоманена армировка вградена в бетон [9]

Корозия в ниско кислородни среди

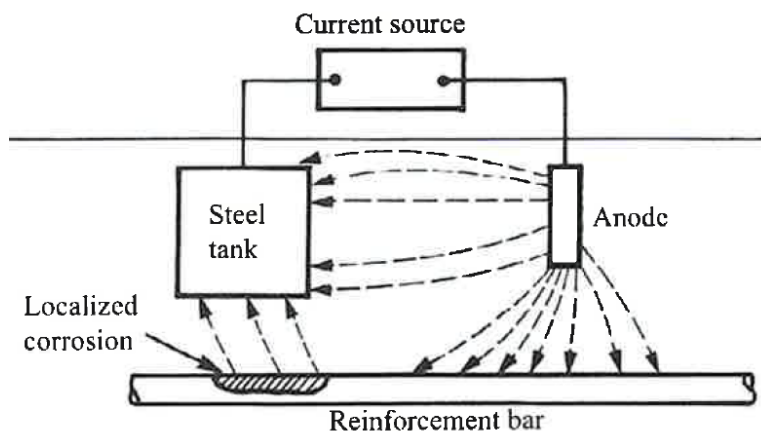
При стоманобетонни елементи, чието цялостно сечение е водонаситено, корозионният процес се редуцира поради липсата на кислород. По този начин се ограничава степента на реакцията.

Едроклетъчна корозия

Междинно състояние възниква при стоманобетонни елементи, които имат водоупорна функция, какъвто е случаят на кухи бетонни пилоти, кесони, сутерени, тунели, метростанции, шахти и други подземни елементи и съоръжения. В тези случаи засолени подземни води могат да проникнат през бетонното покритие и да създадат анодни обекти във външната армировка. Потенциалната разлика между вътрешната и външната армировка, както и достъпа на кислород от вътрешността на елемента обуславя възможността да се развият катодни зони.

Електрична корозия от блуждаещи токове

Друг механизъм за корозия на армировката е свързан с блуждаещите прави (по-рядко променливи) токове от източници, контактуващи с почвата. Едно електрическо съоръжение може да бъде източник на блуждаещ ток, ако някои от проводниците, включени във веригата или някаква друга част от съоръжението са заземени в повече от една точка. Чувствителността на съоръжението към корозия от блуждаещи токове зависи от геометрията и размера на конструкцията, от покритията, нанесени върху повърхностите, електричното съпротивление на масива, както и близостта до източника. Блуждаещите токове преминават през подземното съоръжение и когато срещнат участъци с голямо съпротивление намират пътя на най-ниско съпротивление обратно към източника. Търсейки пътя на най-малкото съпротивление, блуждаещия ток от външната инсталация може да се придвижи на значително разстояние по протежението на линейно подземно съоръжение, причинявайки значително корозионно разрушение в местата, където напуска конструкцията.



Фиг. 5. Схема на електрична корозия на армировка, вследствие блуждаещи токове [11]

Корозия на армировката по пукнатини

Напукването е нормален процес в стоманобетонните конструкции. При статическите и динамични анализи стоманобетонните съоръжения се проектират с определен допуск за отваряне на пукнатини.

Пукнатините биват причинени от производствени, транспортни и строителни процеси, вкл. неправилна грижа за пресния бетон, съсъхване, пълзене, температурни деформации, поради напрежения и деформиране от статични и динамични натоварвания, разтоварвания, вибрации и трептене, свойствата на материалите и следва да бъдат сведени до минимум чрез рационално проектиране и прилагане на подходящи методи за строителство. Пукнатинообразуването се разглежда като неприемлив дефект, когато размерът и/или разпределението на пукнатините са такива, че ефективността, носимоспособността и трайността на конструкцията са компрометирани. Съществува процес на автогенно запълване на пукнатините. Дължи се на комбинация от механично блокиране, хидратация на цимента във времето и отлагане на калциев карбонат.

V. Корозионна устойчивост на бетона

Корозионната устойчивост е способността на бетона да запазва свойствата си и да не се разрушава при действието на агресивни среди (газообразни, течни и твърди). Корозионната устойчивост на бетона се определя преди всичко от устойчивостта на свързващото вещество (цимент и активни минерални добавки) в агресивна среда, тъй като в повечето случаи добавъчните материали се разрушават значително по-слабо. При строителството на бетонни и стоманобетонни конструкции в агресивни условия е необходимо да се осигури т. нар. първична защита на конструкциите от корозия, която се състои преди всичко от предприемане на мерки за подобряване на състава и технологията на бетона. Бетони с високи якостни и експлоатационни характеристики се постигат посредством на използването на химически добавки и влагането на по-големи количества активни минерални добавки с различна зърнометрия (микросилициев прах, летяща пепел, гранулирана доменна шлака). По този начин се подобрява обработваемостта, дълготрайността, водонепропускливостта и якостта на бетоните, чрез уплътняване на структурата посредством намаляване на обема и размера на порите. Намалява се топлината генерирана от хидратационните процеси при втвърдяване на бетона и така се редуцира възможността за напукване и свиване. Увеличава се устойчивостта на бетона на алкално-силициева реакция, на проникване на хлориди и въздействие на сулфати.

VI. Методи за защита и превенция

Намаляването на корозионната устойчивост на бетона при комбинирано действие на външно натоварване и агресивна среда трябва да се отчита още във фазата на проектиране на бетонните и

стоманобетонните конструкции, за да се осигури тяхната надеждност и дълготрайност през времетраенето на експлоатационният им период.

Дълготрайността на стоманобетонните конструкции може да бъде постигната посредством редица мерки, като:

- Рационално проектиране - избор на трасета, наклони, дебети, размери, сечения, бетонни покрития, материали, защитни покрития, опции за намаляване на турбуленцията, вентилиране и други проектни решения;
- Увеличаване на нивата на разтворения кислород чрез нагнетяване на сгъстен въздух или на кислород и периодично химическо дозиране, за да се предотврати образуването или да се разрушат сулфидите, присъстващи в отпадни води - добавяне на натриев хидроксид (сода каустик), вар (калциев хидроксид) или магнезиев хидроксид, за да се повиши рН на потока. Добавяне на хлор, за да се отстранят сулфидите и да действа като биоцид;
- Бетонна смес с подобрени якостни и експлоатационни характеристики:
 - Избор на цимент – обикновен портланд, сулфатостойчив, киселиноустойчив, глиноземен, хидрофобен, нискотермичен, шлакопортландцимент и т. н.;
 - Дву или три компонентна циментова смес с използване на активни минерални добавки;
 - Използване на оптимално водоциментно съотношение;
 - Използване на суперпластифициращи добавки;
 - Използване на водоплътни добавки;
 - Използване на инхибиторни добавки;
 - Използване на антимикробни добавки (за намаляване въздействието на канализационна среда);
 - Ограничаване на използването на богати на карбонатно вещество инертни материали и такива чувствителни към алкали [12].
- Хидроизолационни и антикорозионни защитни покрития;
- Катодна, анодна и електродренажни защиты;
- Антикорозионно покритие на армировъчната и конструктивна стомани;
- Използване на неръждаема армировъчна и конструктивна стомани. Използване на влакна и други алтернативни армиращи материали;
- Корозионен мониторинг, поддръжка и поправки.

Заклучение

Антикорозионният мениджмънт е интегрална част от общия мениджмънт на системата, касаещ разработването, прегледа, оценката и поддържането на антикорозионните мерки. Включва всички антикорозионни мероприятия предприемани по време на целия срок на съществуване на съоръжението [4].

Строителният опит показва, че дълготрайността на стоманобетонните конструкции е свързана не само с проектирането и вложените материали, но и с качеството на изпълнение по време на строителството, както и с последващите мониторинг и поддръжка. В тази връзка, съвременните изисквания относно осигуряването на проектния живот на важни съоръжения с дълъг експлоатационен срок и/или на такива работещи в тежки експлоатационни условия изисква също така да се разработят и стриктно приложат подробни планове за качествен контрол и изпитване по време на строителството, както и за мониторинг и поддръжка по време на експлоатацията. Въз основа на събраните данни се извършват анализи, за да се определят причините за влошаване, оцени състоянието и годините оставащ живот на съоръженията. Следва да бъдат избрани подходящи мерки за ремонт, рехабилитация и защита, както и да се анализира стойността на съоръжението спрямо оставащия живот, разходите за ремонт и поддръжка, както и разходите за разрушаване и подмяна [13, 14].

Литература

1. Odd E. Gjrv, Durability of Concrete Structures, March 2011, Arabian journal for science and engineering 36(2):151-172;
2. Веселин Балев, "3 D Симулация при прокарване на тунел с помощта на 2 D софтуер по метод на крайни елементи" списание „Минно Дело и Геология“ ISSN 0861-5713 ISSN 2603-4549 (on line) бр. 5-6/2018 стр. 37-41;
3. Борислав Борисов, Веселин Балев, Павел Павлов, Принципни положения при съвременния подход за осигуряване експлоатационния срок на подземни стоманобетонни съоръжения, Сборник с доклади от Научно-техническа конференция с международно участие, посветена на 25-та годишнина на Софийското метро „Иновативни архитектурни, конструктивни и технически решения при строителството на метрополитени“ 26-27 януари 2023 г. гр. София, ISSN 978-619-90939-9-3, стр. 49-59;
4. Панайотова М., Корозия и защита от корозия в строителството, Издателска къща „Св. Иван Рилски“, София, 2007;
5. Design and Build Package 4 Green Line Underground, Durability Report Stations Shafts & In-situ Tunnels M008-PSH-STR-RPT-00001;
6. ACI 365.1R-00, Service Life Prediction State of the Art Report;
7. Антикорозионни покрития. Решения на Sika за ремонт на структури, страдащи от алкало-силициева реакция, Сика България, 2015;
8. HBK Dongah ICOP JV, IDRIS LIS-03 Durability Assesment Report_LIS03-HDI-GEN-DES-RPT-00003-00, Doha, January 2016;
9. Amrita Rani Nayak, Manju Dominic, Corrosion of reinforced concrete: A review, International Research Journal of Engineering and Technology, Volume: 08 Issue: 06 | June 2021, e-ISSN: 2395-0056;
10. Корозия на стоманената армировка в бетона, списание Строители, година IV, брой 1, февруари 2007;
11. Musaimeer Pumping Station and Outfall, Durability Assessment Report, C2017_109-RTP-GD-ST-GN-0020;
12. БДС 14851:2015, Материали добавъчни за бетон. Метод за определяне на алкалореакционната им способност;
13. BRE Special Digest 1:2005, Concrete in aggressive ground;
14. ISO 16204, Service Life design of concrete structures, First edition 2012.09.01.

ПРОКАРВАНЕ НА ДРЕНАЖНА ПОДЗЕМНА МИННА ИЗРАБОТКА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ТУНЕЛО-ПРОБИВНА МАШИНА

инж. Георги Борисов – Заместник директор „Капитални инвестиции, строителство и контрол“,
„Елаците-Мед“ АД, с. Мирково
g.borisov@ellatzite-med.com

инж. Станимир Гергов – Ръководител обособено производство ПС и ХТС, Рудодобивен
комплекс гр. Етрополе, „Елаците-Мед“ АД, с. Мирково
st.gergov@ellatzite-med.com

ABSTRACT

„ELLATZITE MED“ AD is a company whose main subject of activity is mining and primary processing of copper-porphyry gold-consisting ores. In terms of location, „Ellatzite“ Mining Complex is situated about 80 km east from Sofia, 9 km from Etropole and 6 km from Chelopech, in the lands of Etropole and Chelopech towns. The complex occupies the ridge areas of Stara Planina mountain, in the immediate vicinity of forest areas. To the east of the deposit rises the river Malak Iskar, and to the right forms its waters its left tributary river Negarshtitsa.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Открит рудник „Елаците“ работи от 1981 г., като експлоатацията на находището се извършва по открит метод на стъпала с височина 15 m, които в крайния си контур се съединяват, като образуват стъпала с височина 30 m.

Отводняването на рудника се осъществява чрез дренажни подземни минни изработки намиращи се на различни хоризонти и изпълняващи основната си функция в различни етапи от развитието и отработването на рудничното тяло. Към момента и до края на срока на договора за концесия до 2031 г. отводняването на рудника се осъществява чрез дренажна отводнителна галерия на хор. 840 m.

За отводняване на рудника под хор. 820 до кота 730 при бъдещото му отработване по перспективен контур до 2041 г. е необходимо изграждане на нова дренажна отводнителна подземна минна изработка, която да осигури и обезпечи отвеждането на водите от котлована на рудника.

II. ВЪЗМОЖНИ РЕШЕНИЯ И ВАРИАНТИ

Решение за отводняване на рудодобивен комплекс „Елаците“ под хоризонт 820 до кота 730 е прокарване на нова дренажна подземна минна изработка с начална кота 690 m. и крайна 715 m., с дължина на галерията 5120 m. и наклон 0,5%, осигуряващ нормален гравитачен водоотлив. Стартовата площадка ще е ситуирана сравнително далеч от частни жилищни имоти и крайната точка ще е в южния борд на рудника:



Отводнителна дренажна минна изработка за контур 2041г.

За прокарване на новата подземна минна изработка могат да се разгледат два варианта: класически метод, чрез ПВР и алтернативен, намиращ все по-голямо приложение метод, чрез ТПМ.

1. Класически метод чрез ПВР

Класическа технология с ПВР за прокарване на галерията с обща дължина 5120 m., с аркообразно напречно сечение ($S_{св}=13,75 \text{ m}^2$ или $S_{св}=13,00 \text{ m}^2$), което преминава съгласно геоложката информация за почвените и скални условия по трасето на изработката в по-голямата си част (вероятно около 70 %) в здрав и устойчив скален масив, съставен от гранити, гранодиорити и базалти с голяма якост на натиск. В тези участъци скалният контур е устойчив и почти не е необходим крепеж. Само в отделни участъци е необходимо укрепване с анкери, анкери и метална мрежа или с анкери, метална мрежа и един слой торкретбетон.

Изработката ще преминава и през разломи, в които скалният масив е неустойчив до много неустойчив. В тези участъци, се предвижда закрепване с метални рамки в комбинация с метални заварени мрежи или RRS (ribs of reinforced shotcrete), като осовото разстояние е в зависимост от крепежната категория на масива.

От опита при изграждането на предишни подземни изработки и поради голямата единична дължина на изработката от 5120 m., както и необходимостта от спомагателни изработки и други допълнителни работи и дейности, срокът за подземно и наземно строителство е $\approx 8,0$ години.

2. Алтернативен метод чрез ТПМ

Тунело-пробивните машини (ТПМ) са машини за механизизирано прокарване на подземни изработки и тунели, които изкопават и натоварват скалната маса в съответните транспортни съоръжения. Те са с много - висока производителност и намират все по-голямо приложение в подземното строителство. Световният опит показва, че в здрави планински масиви се постигат много високи скорости на прокарване при сравнително ниски експлоатационни разходи. Колкото дължината на тунела е по-голяма, толкова и относителната тежест на цената на машината намалява, спрямо класическите способности за прокопаване.

Тунело-пробивните машини изкопават скалния масив чрез въртяща се режеща глава, която прилага и сила на натиск върху забоя. Режещия инструмент са зъби, разположени и фиксирани върху главата. Машината се премества напред чрез запъване в стените на вече изкопания тунел или изградения крепеж. Тя е запъната и докато пробива за да може да се приложи необходимия натиск върху забоя. Режещата глава се върти в една посока, а в определени случаи – в противоположна. Изкопаният материал се подхваща от ребрата на режещата глава и се подава през отвори към транспортно устройство (транспортна лента или верижен конвейер), монтирано в спомагателната задна част на машината.



Общ вид на ТПМ

В последните години, прокарването на различни видове железопътни, автомобилни, хидро и метротунели с ТПМ претърпява бурно развитие. Външният им диаметър варира в широки граници – от

4,20-6,50 m до рекордните 19,00 m в последно време. Няма ограничение за якостта на натиск на скалните разновидности, в които ефективно могат да работят машините, като се започне от най-слаби и оводнени, свързани и несвързани почви, средно здрави седиментни скали (аргилити, мергели, шисти, варовици, доломити и др.) и се стигне до много здрави магмени скали (гранити, гранодиорити, базалти и др.).

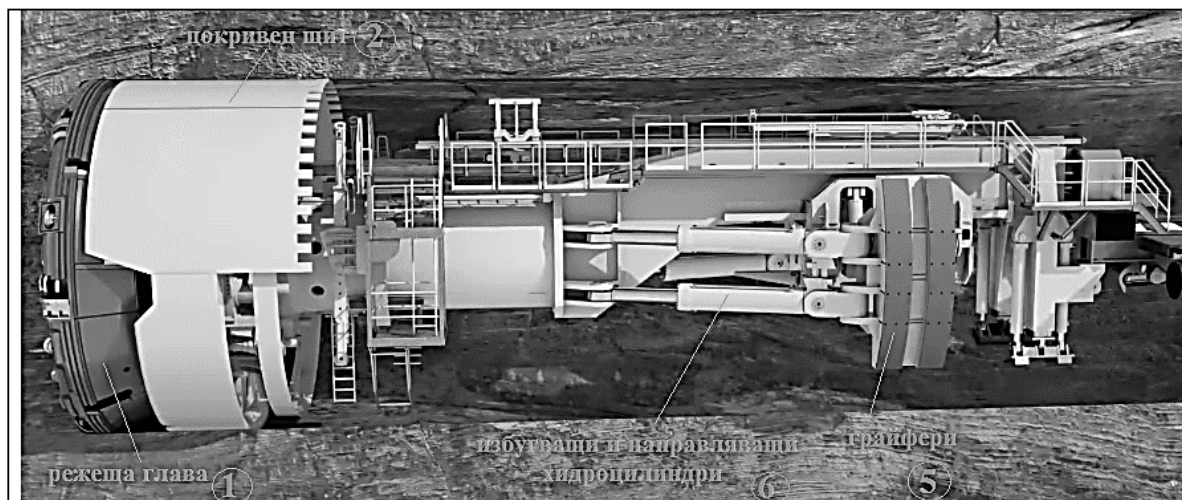
В Таблица 1 са представени данни за прокарването на различни видове тунели с ТПМ, като е направено и сравнение по държави и вид тунел с машини произведени от немската фирма HERRANKNEHT*:

Таблица 1.

№	Държава	Вид тунел	Диаметър в черно m	Вид крепеж	Дължина m	Общо време мес.	Средна скорост m/мес.	Рекорди			Сечен. в черно m ²
								m/ ден	m/ седм	m/мес.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
На немската фирма HERRENKNECHT											
1	Испания	авто-жп	9,69	Сгл.с.б.	5970	14,0	426	105,6	435	1600	73,7
2	Германия	микротун.	1,61	Стом.тр.	1900	11,0	173	160,0	310	600	2,0
3	Боливия	хидротун.	4,49	Сгл.ст.б.	9400	19,0	495	120,0	400	1000	15,8
4	Турция	хидротун.	6,11	Сгл.ст.б.	3400	13,5	252	135,0	300	750	29,3
5	България	метротун.	5,70	Сгл.ст.б.	5000	12,0	417	135,0	300	1000	25,5
6	България	метротун.	9,43	Сгл.ст.б.	2800	8,0	350	60,0	240	600	69,8
7	Китай	авто-жп	15,43	Сгл.ст.б.	2747	20,0	137	26,0	120	500	186,9
8	България	микротун.	1,00	Стом.тр.	900	1,2	750	230,0	350	1700	0,79

III. ВАРИАНТ ЗА РЕШЕНИЕ НА ОТВОДНЯВАНЕТО ПРИ ПЕРСПЕКТИВЕН КОНТУР ДО 2041г.

За условията на Рудодобивен комплекс „Елаците“, подходящо и ефективно решение е използването на т. нар. Gripper ТПМ. При него преди всеки ход на пробиване, грайферите на машината се захващат здраво към стените на тунела с помощта на странично разтеглящи се хидравлични цилиндри, при което се придвижва както вертикално, така и хоризонтално. Това позволява прецизен контрол. Текущата позиция на ТПМ се следи постоянно и при необходимост се коригира към посочения маршрут.

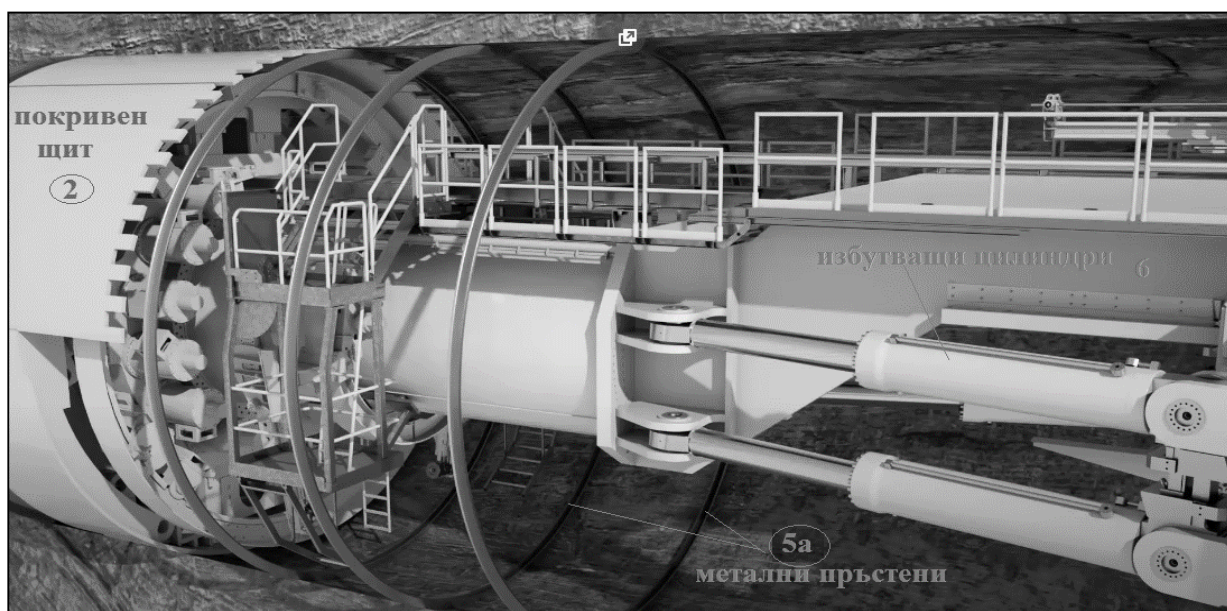


Придвижване напред на Gripper ТПМ

* HERRENKNEHT - Германска фирма проектирала, изработила и доставила тунело-пробивните машини (ТПМ) за Софийското метро.

При въртенето на пробивната глава ножовете откъртват късове от скалния масив. През цялото време на работа водна струя охлажда режещите инструменти и омокря забоя и отбитата скална маса за намаляване на прахообразуването. Скреперите, прикрепени към сондажната глава, улавят скалните късове, които през фуния падат върху лентата на машината. След това се претоварват и транспортират извън тунела чрез избрания вид транспорт за скалната маса.

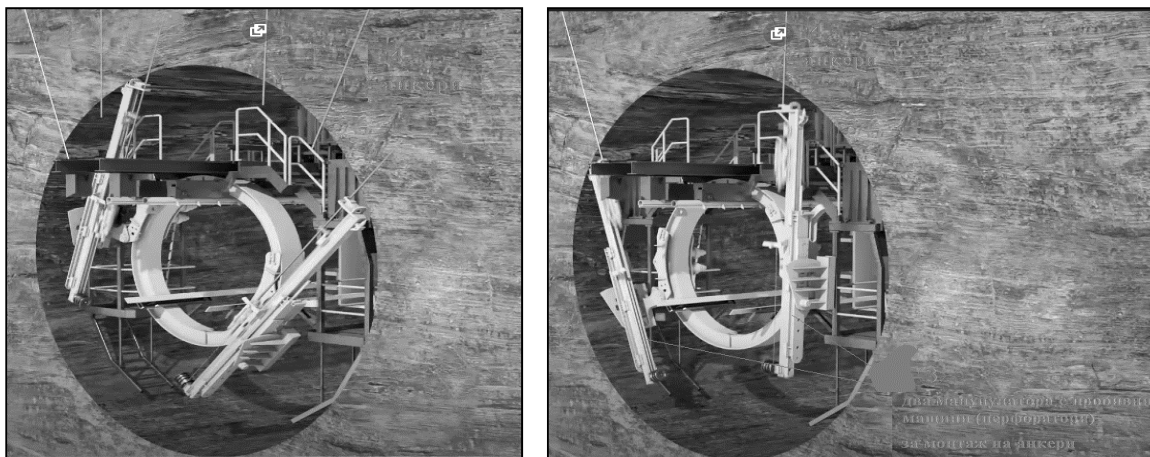
Закрепването на отделни участъци от галерията при прокарването с ТПМ в слаби и неустойчиви скали е аналогично на закрепването, което се прилага при класическата технология с ПВР. Тъй като напречното сечение е с кръгла форма в слабите участъци металните арки се заменят с метални пръстени от същия профил. Опитът на германската фирма в тунелостроенето и в минното дело показва, че поради съвсем гладкото изрязване на скалния контур от режещата глава на ТПМ, металните пръстени и обшивката прилягат много добре към масива и тяхната устойчивост и носеща способност е около 1,5-2,0 пъти по-голяма от тази на металните арки от същия профил и подобни размери в идентични геоложки условия.



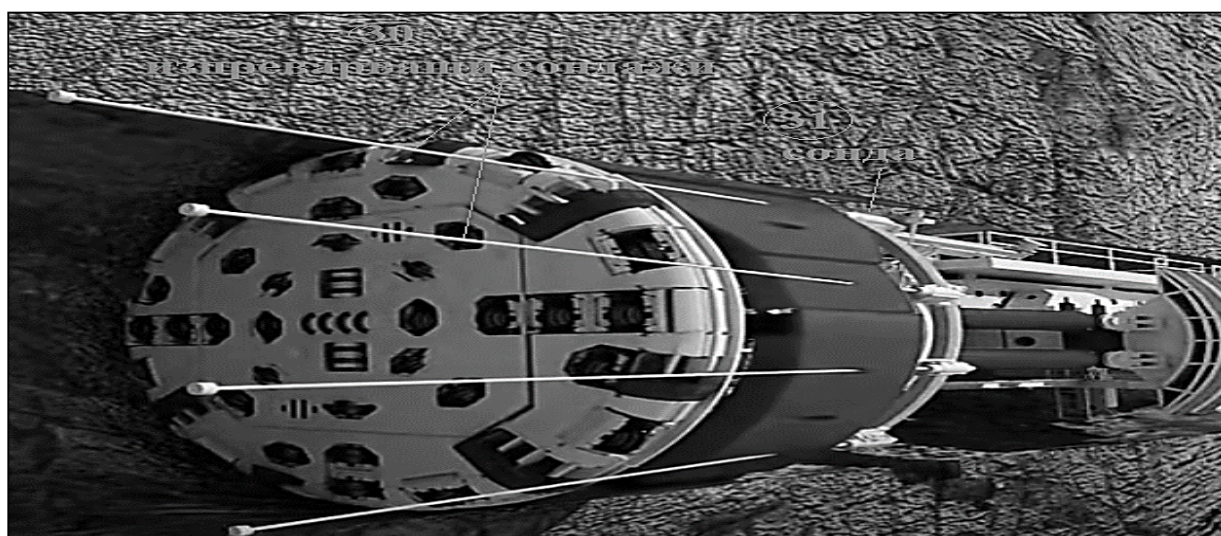
Монтаж на метални пръстени непосредствено след покривния щит в Gripper ТПМ



Монтаж на метална мрежа и притискане с анкерите непосредствено след покривния щит в Gripper ТПМ

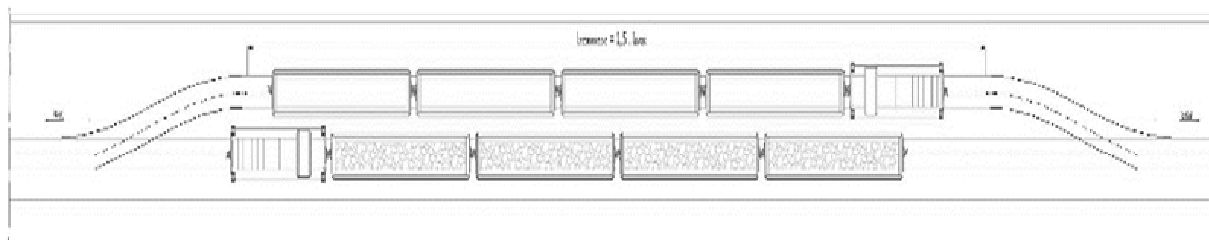


Пробиване на анкерни дупки и монтаж на анкерите непосредствено след покривния щит в Gripper TBM



Прокарване на изпреварващи сондажи, ветрилообразно през отвори в единичен щит в ТГМ

За извозване на скалния материал от забоя, обслужване и снабдяване на ТГМ, се използва релсов път двупътен или еднопътен с възли за разминаване (разминавки) през 1 000 m.



Еднопътен релсов път с възел за разминаване

Влакова композиция за извоз на скална маса се състои от локомотив и определен брой товарни вагони за насипни товари. Освен тях, за превоз на крепежни елементи, релсови звена и други товари се ползват вагони платформи. За превоз на бетон - вагони миксери, които могат да бъдат съчетани с бетон-помпи. Използват се и пътнически вагони за транспорт на персонала.

За теглителна сила, вариант е да се използва акумулаторен локомотив, теглещ влаковата композиция. На пазара се предлагат такъв тип от различни производители, но за целта на доклада ще покажем технически характеристики на марката Schöma CEL-40 и Schöma CEL-60. Сравнение на техническите им характеристики е показано в Таблица 2.

Таблица 2.

	Schöma CEL-40	Schöma CEL-60
Тегло	10 ÷ 12 t	16 ÷ 25 t
Мощност	38 kW	76 kW
Междусие	≥ 600 mm	≥ 600 mm
Скорост	~ 25 km/h	~ 30 km/h

IV. НЕДОСТАТЪЦИ ПРИ ПРОКАРВАНЕ НА ТУНЕЛ С ТПМ

За първоначалният ход на ТПМ е необходимо първите 50 m със сечение $S_{пр} = 28 \text{ m}^2$ от галерията да се прокарат по класически минен способ с ПВР. В този участък, който всъщност е като монтажна камера се сглобява машината. В повечето случаи, както се и очаква и в частния, състава в първите 50 m е от изветрели скали с недостатъчна устойчивост, поради което е необходимо закрепване с метални пръстени, стоманени мрежи и торкрет бетон.

Изискванията на производителя на машината са площадката за сглобяване и монтиране на ТПМ пред устието на галерията да е с размер 100 x 80 m и равен терен.

За прокарването на галерията на стартовата площадка се изграждат и разполагат редица допълнителни съоръжения, както и се налагат изисквания, необходими за провеждане на цялостния технологичен процес, а именно:

- Временно депо за минната маса с необходимия обем;
- Съоръжения за обратно водоснабдяване – резервоар за технологична вода, утайници, охладителна кула, помпи;
- Вентилационна установка с пакет вентилатори;
- Бетонов възел за производство на бетон и торкрет;
- Зарядни станции за батериите на локомотивите;
- Електро съоръжения – подстанция, трафопост и ел. табла;
- Складове за строителни материали, ГСМ, крепежни конструкции и др.;
- Работилници и фургони за персонал;
- Релсови пътища.
- Използват се висококвалифицирани кадри за управление на такъв вид техника. Екипът, обслужващ машината, е 7-8 човека. Това са изключително квалифицирани инженери и най-скъпо платените подземни минни работници.

• Подбор на квалифицирани спомагателни работници за целия обект и много добра организация на тяхната работа, съобразена с приетата технология на прокарване и другите технологични процеси.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение на изложеното в доклада могат да се направят следните изводи:

За прокарването на дренажна подземна минна изработка чрез ТПМ с напречно сечение $S_{св} = 13,75 \text{ m}^2$ или $S_{св} = 13,00 \text{ m}^2$ и дължина 5120 m., времето за изработката съгласно данните в Таблица 1 е от порядъка на 19 месеца, което спрямо прокарването с класическата технология посредством ПВР (96 месеца) е 5 пъти по-кратко.

При изпълнение от 96 месеца дори и стартиране на прокарването с ПВР през 2025г., завършването ще се осъществи през 2033г., което ще забави проектното развитие на рудника, тъй като няма да има решение за отводняване под кота 855 m.

Прокарването чрез ТПМ поради краткия времеви период за осъществяването от 19 месеца ще даде времеви ресурс пред дружеството, дори стартиране на изработката през 2029г. няма да забави проектното развитие на рудника, като ще даде възможност за отработването на контур 2041г.

Стартовата площадка на изработката след приключване на дейностите, дава възможност за изграждане на пречиствателно съоръжение за отпадните води, които ще се генерират и отвеждат от рудника през дренажната отводнителна подземна минна изработка. Чрез изграждането на ПСОВ ще се отстрани негативния екологичен отпечатък от директното заустване на води, които са били в контакт с рудничното тяло, при безусловно спазване на нормативната уредба по опазване на околната среда.

VI. ЛИТЕРАТУРА

1. „Геопроект“ ЕООД, Идеен проект „Прокарване на дренажна подземна минна изработка под проектното дъно на рудника (кота 730) чрез използване на тунело - пробивна машина (ТВМ)“, 2023г.
2. Herrenknecht AG, <https://www.herrenknecht.com>

ОБЕЗОПАСЯВАНЕ НА ПОСЛЕДСТВИЯТА ВЪРХУ СГРАДИ ОТ ВЗРИВНО РАЗРУШЕНИЕ НА КОМИН

проф.д-р инж. Николай Жечев - МГУ"Св.Иван Рилски", катедра „Подземно строителство“

E-mail: n_rafailov@abv.bg

инж. Хрисимир Христов – управител „Суперстат 2000“ ЕООД

E-mail: superstat2000@gmail.com

д-р инж. арх. Рафаил Рафаилов –гл.ас. МГУ"Св.Иван Рилски", катедра „Подземно строителство“

E-mail: r_rafailov@mgu.bg

ABSTRACT

The aim of the present analysis is a probabilistic assessment of the induced seismicity on a neighboring industrial hall, located 120m from the project zone of fall of a reinforced concrete chimney with a height of 160m.

To achieve this goal, a series of vibration recordings of eight experiments were carried out during the free fall of weights from different heights with different masses.

From the results of the research, conclusions were made about the most important parameters and the impact of the falling chimney impulse on the security of the existing building was assessed.

Keywords: chimney, momentum, magnitude, attenuation, seismicity, security

1. Въведение

Падането на взривен комин може да предизвика силни сеизмични вълни. Тези вълни могат да причинят значителни разрушения на околна инфраструктура и сгради.

Сеизмичната активност, която би предизвикало падането зависи от количеството кинетична енергия която ще се освободи и разпространи под земята.

На каква степен на земетресение отговаря падането на комина може да бъде оценено в сравнителен анализ с логаритмичната скала на Рихтер за определяне на земетръсния магнитуд.

Настоящото изследване има за цел да установи опасността за околните сгради от разрушението с използване на Пробивно Взривни Дейности – ПВР, на стоманобетонен комин с височина 160м.

За реализация на изследването е използвана следната информационна база: оглед с експертна оценка на място, налична техническа експертиза за близкостоящата сграда, технически доклад от огледа на комина, земетръсни норми и DIN 4150-3.

На база установени при изследването параметри от направените измервания, анализите са предназначени да дефинират заключение за сигурността на съседните сгради и да бъдат определени насоки за избягване на непредвидени инциденти с форсмажорни последствия

2. Постановка на задачата

Коминът е в дворното пространство на циментовия завод. Зоната в която се очаква да падне в съответствие с проекта за ПВР е отдалечена на 120м от съществуваща сграда - складова база за клинкер(Фиг.1).

Коминът ще бъде подсечен с ПВР на 20м височина от терена. Подсичанено попада в отслабена зона с отвори, които отнемат около 50% от напречното сечение на комина. Предполага се, че разрушеното тяло на съоръжението ще падне почти успоредно на съществуващата сграда на разстояние не по-малко от 100 - 120м.

Вследствие на промишленият взрив ще бъде нарушено сечението на стената в малка зона и ще се получи неравновесно положение на масата на комина, с последващо наклоняване и съответно падане в някакъв времеви интервал на цялата конструкция на комина. Потенциалната енергия на издигнатата на височина стоманобетонна маса ще започне да преминава в кинетична енергия, която ще се освободи за кратко време при ударът ѝ в земната повърхност. Това ще предизвика вибрации на средата, които ще се разпространят през нея и ще индуцират сеизмични въздействия върху съседните сгради.

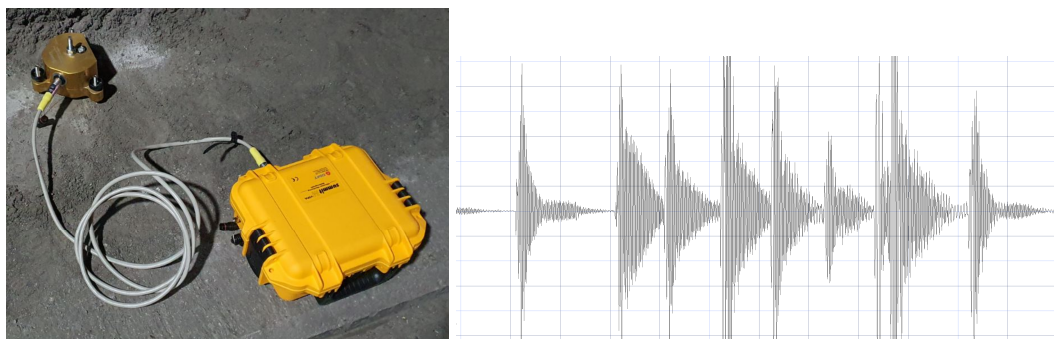


Фиг.1: Ситуация на дворното пространство с местата за измерване и комин 160м

Цел на настоящият анализ е вероятностна оценка на предизвиканата сеизмичност върху съседно промишлено хале, намиращо се на 120м от проектната зона на падане на стоманобетонната конструкция.

За постигане на тази цел са извършени серия от записи на вибрации от осем експеримента при свободното падане на тежести от различна височина с различна маса (Таблица 1).

Използвани са два 24 битови велосиграфа от най-висок клас „Vira Summit M“ на немската фирма DMT, подразделение на „TUV Nord“. Уредите работят в стандартен режим съгл. DIN4150-3 (семплиращата честота 2000Hz, Low Pass и High Pass филтри – On). И двата уреда работят синхронизирани по време посредством вградените в тях GPS. (Фиг.2).



Фиг.2: 3D вибрационен датчик и регистрираща система. Велосиграма при ударно въздействие при семплираща честота ($F_s=2000\text{Hz}$)

За всеки от 8-те експеримента са определени шест динамични данни и параметри (Жечев Н. Дочев Х., Рафаилов Р., 2020) Time History 3D – Velocity; Time History 3D – Acceleration; Time History 3D – Displacement; Проверки за допустимост на вибрациите по DIN4150; FFT спектри; Responce Spectrum (Фиг.3).



Фиг.3: “Summit M Vira 120” – DMT в цокъла на съществуващата сграда(2) и в зоната на удара(1)

3.Констатации при визуалното обследване и наличната експертна информация

Предоставената експертиза за сградата описва дефектите, материалите и геометрията на сградата, но не дава заключение за сеизмичната и сигурност. Има изпълнени локални усилвания в зоните на претоварване на колоните при връзката на виренделовата подпорна част с надколониците за монтаж на покривната конструкция (Фиг.4). Визуално сградата не е в добро състояние на конструкцията.

Поради наличие зони със значителни увреждания на бетонното покритие и съответно значителна степен на корозия в армировката, конструкцията на комина е започнала процес на саморазрушаване. Вследствие на увеличаване на обема на корозиращата армировка в много участъци е нарушена връзката между бетонното покритие и основното стоманобетонно сечение, което води до падане на късове бетон от покритието с различна големина.

Относно състоянието на комина може да се заключи, че е в процес на саморазрушение и това състояние може да се отрази на начина на падане върху земната повърхност. Голяма част от надлъжната армировка е получила изкълчване поради липсата на обрамчване от пръстеновидното армиране – вместо отвън пръстеновидната армировка е монтирана отвътре на надлъжната и при изкълчване разрушава бетонното покритие(Фиг.4). С висока вероятност има неравносложна носимоспособност и в зоните на закотвяне, което също ще се отрази на начина на пречупване при взривните работи.



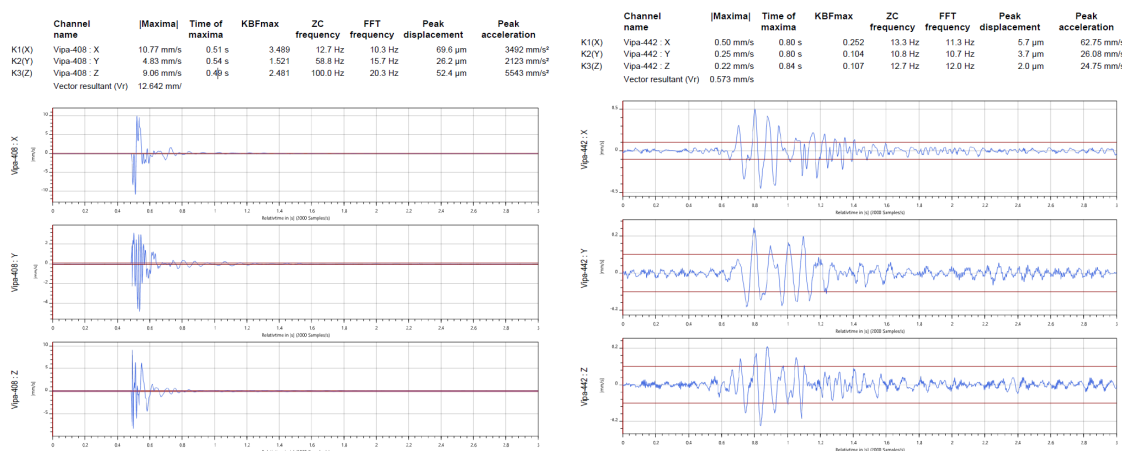
Фиг.4: Съществуващата сграда с изпълнени локални усилвания в слабите места на конструкцията и фрагменти от дефекти в армирането на комина

4. Експериментална част

Данните от измерванията с различни тежести падащи от различни височини – от уреда в близост до падащите тежести с индекс 1 и от уреда в цокъла на съществуващата сграда с индекс 2 (Фиг.5). Резултатите от измерванията са систематизирани в Таблица 1.

Таблица 1

Експеримент	Тегло[kg]	Датчик Тежести	Датчик Сграда	Delta t[ms]	Distance	Velocity[m/s]	H[m]	Vx1[mm/s]	Vz1[mm/s]	Vx2[mm/s]	Vz2[mm/s]	V1x/V2x	V1z/V2z	
1	3240	14:42:10.703	14:42:10.872	169	120	710	27	5.07	3.84	0.58	0.26	8.74	14.77	
2	3240	14:45:37.474	14:45:37.657	183	120	656	6	2.47	2.29	0.33	0.13	7.48	17.62	
3	3240	14:48:14.511	14:48:14.676	165	120	727	6.5	2.89	2.62	0.30	0.11	9.63	23.82	
4	3240	14:50:41.065	14:50:41.206	141	120	851	8.5	3.74	3.55	0.36	0.15	10.39	23.67	
5	3240	14:52:09.650	14:52:09.823	173	120	694	10.5	11.74	13.93	0.58	0.22	20.24	63.32	на бетон
6	7700	15:09:33.480	15:09:33.647	167	120	719	8	10.77	9.06	0.50	0.22	21.54	41.18	
7	6320	15:23:12.849	15:23:13.057	207	120	580	9.3	3.32	4.77	0.37	0.18	8.97	26.50	
8	6320	15:40:24.701	15:40:24.817	116	120	1034	27	3.43	3.09	0.77	0.55	4.45	5.62	



Фиг.5: Резултати за измерени скорости в близост до падащите тежести(1) и в цокъла на съществуващата сграда(2)

5. Интерпретация на резултатите от измерванията

От резултатите на проведените изследвания може да бъдат направени изводи за най – важните параметри по които може да бъде оценено въздействието от импулса на падащия комин върху съществуващата сграда.

5.1 Оценка на скоростта на проводимост на земната основа

От резултатите може да се заключи, че скоростта на проводимост на земната основа е 1000мм/сек, което е присъщо за относително мека среда (Жчев Н. Дочев Х., Джамбазов С., Рафаилов Р., 2022) При тази скорост може да се очаква относително висока степен на затихване.

5.2 Оценка на коефициента на затихване

Резултатите за скоростите показват, че от мястото на удара до сградата скоростите на разпространение намаляват осоло 20 пъти. Този факт дава възможност да бъде изчислен коефициентът на затихване при дистанция между уредите 100м. За експеримент 1 стойностите са:

$$\alpha = \frac{l_n \frac{V_1}{V_2}}{L} = \frac{l_n \frac{5.07}{0.26}}{100} = 0.0297 \quad (1)$$

Резултатът означава, че на всеки метър въздействието на удара намалява с получената стойност. За 100м въздействието върху сградата намалява 2.97пъти.

5.3 Оценка на собствените честоти на съществуващата сграда

След филтриране на регистрираните принудени честоти от работещи трошачки с честоти 1000 и 500 Hz и след модулиране чрез редове на Фурие за сградната конструкция се отчита период на собствени трептения 1.22сек, което като собствена честота е 0.82Hz.

5.4 Оценка на честотите възникнали от проведените експерименти

Резултатите от измерванията показват максимални честоти при ускорения, скорости и премествания от 10 до 16Hz. Като се влезе в графиките на DIN 4150-3 се установява, че тези честоти са в безопасната област за стари сгради. Няма опасност от настъпване на резонанс при въздействие върху конструкцията на сградата.

5.5 Оценка на собствените честоти на комина

При филтриране на резултатите се установява почти една и съща постоянна честота от порядъка на 0.305Hz, която съответства на период на собствени трептения 3сек. Подобни параметри с голяма степен на вероятност са на комина. Тези трептения може да окажат влияние върху посоката на падане при взривно разрушение.

5.6 Анализ на ускоренията

От прегледа на резултатите на уреда при съществуващата сграда се установява, че при тестов образец 6,6 тона, ускоренията достигат 80 мм/сек². Допустимото за 7-ма степен ускорение, което може да бъде поето от проектната сигурност на конструкцията на сградата е 1000 мм/сек².

6. Определяне на сигурността на сградата от динамичното въздействие на разрушения комин

6.1 Оценка по магнитуда на въздействие на удара

Схемата на разрушение и меродавния товар при падане на комина са изведени на основание предварителни експертни изчисления и обобщаване на опита от голям брой клипове на разрушение на сходни обекти.

Коминът е с променливо сечение с общо тегло 4000 тона. При взрива на 20м от терена се поражда динамичен ефект върху условно концентрирана маса, която теоретично е препоръчително да се приложи на 2/3 от височината на отстраняване 140м. На тази височина се очаква счупване при падане на комина. Горният край изостава при падането и предизвиква счупване поради три фактора: понижен център на тежестта на коминното тяло, съпротивлението на въздуха и конструктивно олекотената горна част.

Теглото на отчупената част е с приблизителна горна граница 1000 тона. Тази част ще падне от 100м. При възглавница 3м с коефициент на амортизиране по литературни данни 0.3, ударът се намалява до въздействие от около 300 тона, което е около 100 пъти повече от тежестта при първия експеримент. За база на анализа се използват резултатите от експеримент №1 и №6 от Таблица 1.

Причината да се използват тези експерименти е за търсене и обосновка на зависимост между породения от удара импулс, масата на тестовата тежест и височината на падане. При тези два експеримента е доказана в приблизителни стойности следната зависимост:

$$P = m\sqrt{H} = 2m\sqrt{\frac{H}{4}}, \quad (2)$$

което означава, че резултатът от енергията на падането на масата “m” от височина „H“ при първия експеримент със стойност 87480J е приблизително равна на енергията от падането на двойно по-голяма маса от четири пъти по-малка височина при шестия експеримент. Тази зависимост дава основание да бъде определено увеличението на импулса на удара при по-големи от

експерименталните тежести. Математическият ред на нарастването може да бъде доказан, продължен и обобщен по метода на математическата индукция:

$$3m\sqrt{\frac{H}{9}}, 4m\sqrt{\frac{H}{16}} \dots nm\sqrt{\frac{H}{n^2}} \quad (3)$$

За около 100 пъти по-голяма очаквана маса на удара упомената по-горе, от 100м височина, импулса на удара е $100.3240\sqrt{\frac{100}{10000}} = 32400$

Импулсът на удара от тежестта на първия експеримент е $13240\sqrt{27} = 16835$

Очакваното увеличение на реалното въздействие спрямо импулса на първия експеримент е около 20 пъти.

Тогава магнитудът на ударното въздействие е:

$$M = 20\left(\frac{2}{3} \ln 87480 - 2,9\right) = 7,89 \quad (4)$$

При отчитане на коефициента на затихване при сградата се очаква магнитуд $M = \frac{7,89}{2,97} = 2,65$,

който е в рамките на безопасното въздействие на земетръс трета степен и би следвало да се поеме от сигурността на сградата, която е осигурена за седма степен.

6.2 Оценка по породените от разрушението ускорения

Констатираните в т. V.6 граници на максималните ускорения при тежест 6,6 тона следва да бъдат екстраполирани по линеен закон за ефективен удар от тежест 300 тона. Тогава ускоренията отговарят на сеизмичен коефициент 0,35. Тези ускорения от еднократен удар не са в състояние да задействат собствените трептения на конструкцията на сградата

7. Заключение

Въз основа на направените експериментални изследвания и анализи може да бъдат направени следните изводи и препоръки за гарантиране безопасността на съществуващата сграда:

1. Възникналите честоти от експерименталните тежести с поражда трептения от 10 до 16 Hz, което е далеч над резонансната честота на конструкцията на сградата от 0.82 Hz. Резултатът показва, че единични ударни въздействия няма да действат като земетръсен товар в зоната на собствените трептения на сградата и няма да причинят сериозни повреди.
2. От анализа на магнитуда се поражда въздействие на удара еквивалентно на трета степен на земетръс с магнитуд 2,65, което е далече под предвидената за сградата седма степен по MSK и няма да причини повреди;
3. При анализа на ускоренията в зоната на контакта със сградата се установяват ударни въздействия от над три пъти увеличен сеизмичен коефициент превишаващ заложените в автентичния проект. Въз основа на първия извод ударните въздействия не се очаква да нанесат сериозни повреди на сградата. Евентуални дефекти биха се появили от случайно наслагване на ударните въздействия в зони на по-тънката част на колоните;
4. Задължително е изпълнението на възглавница с минимална височина 3м с фракция близка до пясъка. Възглавницата да не бъде уплътнявана, а да се изпълни като свободно насипана. Дължината на възглавницата да бъде поне 150м, а ширината и да бъде определена от допуските на отклонение, които предвижда проекта за ПВР. При липса на възглавница или падане на комина извън обхвата на възглавницата сградата ще получи конструктивни поражения;

5. Поради измерените вероятно на комина собствени трептения с приблизително постоянна стойност, упоменатите дефекти в конструкцията и увеличеното армиране в зоната на отворите на комина е възможно при взрива конструкцията на съоръжението да се отклони от предвижданата траектория и дори да се стигне до авария. За избягване на аварийен сценарий е препоръчително коминът да бъде взривен на три секции с последователност отгоре-надолу;
6. В момента на взривяване сградата да бъде празна и да не работи никаква техника създаваща вибрации

Основният обобщаващ извод е, че като се вземат в предвид направените изчислителни анализи и бъдат изпълнени направените препоръки, не се очакват аварии в съществуващата сграда. Резултатите на изследването се отнасят за сграда в добро състояние с близка до автентичната сигурност по време на нейното изграждане. Изследваната сградна конструкция не е в добро физическо състояние и няма нормативна основа или заключения на направената от УАСГ експертиза за обосновка на нейната сигурност по време на разрушението на комина. Предстои експериментална проверка на резултатите от изследването след ПВР на комина.

Литература

- [1]. Жечев Н. Дочев Х., Джамбазов С., Рафаилов Р., Мониторинг на взривни работи при кариери в близост до инфраструктура, стр.118-125, Сборник с доклади на 8-ма национална научно-техническа конференция с международно участие на тема „Технологии и практики при подземен добив и минно строителство” – Девин, 2022 г, ISSN1314-7056
- [2]. Жечев Н. Дочев Х., Рафаилов Р. Оптимизация на безопасността при взривни и динамични дейности в транспортното строителство, стр.11-19, 13-та межд. Конференция по трансп. Инфраструктура, Несебър 2020
- [3]. Жечев Н. Дочев Х., Рафаилов Р., Оптимизиране на безопасността при взривни работи в подземното строителство, стр.148-155, ISSN 1314-7056 НТ конференция с межд. Участие, Девин 2020/отпечатано и в сп. Минно дело и геология/ ISSN 0861-5713
- [4]. Жечев Н. Дочев Х., Рафаилов Р., Мониторинг, сигурност и безопасност при взривни и динамични въздействия, стр.3-9, сп. Геология и Минерални ресурси бр.8/2020, ISSN 1310-2265

ПРОКАРВАНЕ НАКЛОНЕНА ГАЛЕРИЯ МЕЖДУ УЧАСТЪК „КРУШЕВ ДОЛ“ И УЧАСТЪК „ПЕТРОВИЦА“ – СБОЙКА МЕЖДУ ДВА РУДНИКА КЪМ „ГОРУБСО-МАДАН“ АД

Десислава Атанасова-Венкова¹

¹ Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, гр. София, България,
dessislava.atanassova@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Участък „Крушев дол“ и участък „Петровица“ са част от находищата в Маданско рудно поле, разработвани от „ГОРУБСО – МАДАН“ АД. Извозването на рудата от уч-к „Крушев дол“ става посредством влакова композиция с вагони, през вертикална шахта, а в уч-к „Петровица“ чрез минни камиони по наклонена изработка с излаз на повърхността. С напредване на минните изработки, работните блокове стават все по-отдалечени, разходите за извоз стават все по-големи, а производителността намалява. За оптимизация на процесите и повишаване на производителността, се проектира връзка между двата участъка, посредством насрещни минни изработки (сбойка).

DEVELOPING AN INCLINED GALLERY BETWEEN THE "KRUSHEV DOL" SECTION AND THE "PETROVITSA" SECTION - A JUNCTION BETWEEN TWO MINES TO "GORUBSO-MADAN" JSC

Desislava Atanasova-Venkova¹

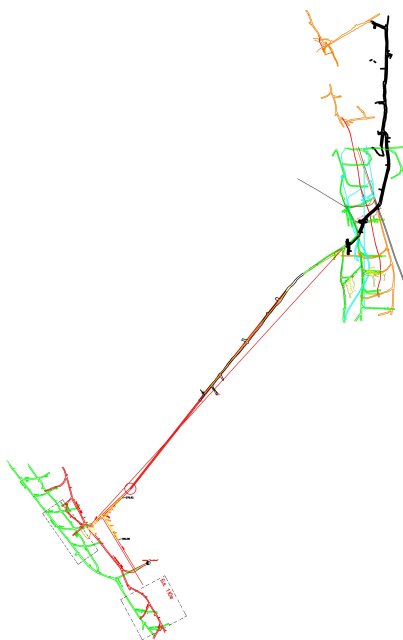
¹University of Mining and Geology is "St. Ivan Rilski", Sofia, Bulgaria, dessislava.atanassova@abv.bg

ABSTRACT

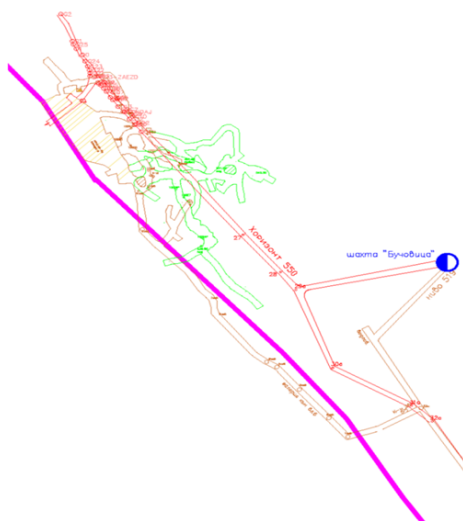
The "Krushev dol" section and the "Petrovitsa" section are part of the Madansko ore field, developed by "GORUBSO - MADAN" JSC. The export of the ore from the "Krushev dol" mine is by means of a train combination with wagons, through a vertical shaft, and in the "Petrovitsa" mine by mining trucks with an inclined construction with an exit to the surface. As mining progresses, working blocks become more distant, haulage costs become greater, and productivity declines. In order to optimize the processes and increase the productivity, a connection between the two sections is designed, by means of opposite mine workings.

Въведение

Геоложките характеристики на двата участъка са сходни. Вместващите скали в района на прокарването на изработките са представени от мрамори, биотитови гнайси, амфибол-биотитови гнайси, амфиболити и послойки пегматити. Текстурата е ивичеста. Те са здрави, в близост до разлом, имат слаба хидротермална промяна и наличие на водни капези. Напластяването на скалите е с азимут 220-240° и ъгъл на западане 10-22° на северозапад. При прокарване на основна галерия на хор. 550 до мт 24 е пресечен и преминава разлом с елементи 346-146°, ъгъл на западане < 75-°92° и падение на североизток. В района на разлома скалите са натрошени, милонитизирани, хидротермално променени и склони към самообрушаване. В близост до рудопроводящите структури (жила, широтен разлом) скалите са окварцени и слабо хидротермално променени. Възможно е наличието на каверни образувани в мраморите. Рудното тяло в района е от жилен ти и е проследено и проучено на г-я 6 под хор. 550 основна жила с елементи 360-140°, ъгъл на западане < 82°- 90° ° и падение на североисток.
[5]



Фиг.1 - уч-к „Крушев дол“ и участък „Петровица“-ситуация проект за сбойка



Фиг.2 - уч-к „Крушев дол“-ситуация галерия 550

Необходимостта от оптимизация на процесите и повишаване на производителността, поставя задачата за прокарване на насрещни изработки от двата рудника и осъществяване на връзка между тях. След което извозът на руда от участък „Крушев дол“ ще се осъществява през уч-к „Петровица“.

За осигуряването на правилно прокарване на минните изработки, маркшайдерската задача е акуратно и отговорно прилагане на методите за изпълнение на зададения проект.

Сложността на задачата идва от това, че достъпът в уч-к „Крушев дол“ се осъществява чрез вертикална шахта, а в уч-к „Петровица“ чрез наклонена изработка с излаз на повърхността.

При този тип сбойки изработките, от които се задават направленията на забоите, нямат подземна връзка помежду си. За нуждите на маркшайдерското осигуряване са извършени няколко основни задачи:

- Изграждане на работна геодезическа основа в района на промплощадката на уч-к „Крушев дол“, привързана към съществуващата триангулационна мрежа в района

- Извършване на полигонов ход към вертикалната шахта
- Извършване на съединителна снимка (ориентировка) и полигонов ход до забоя на уч-к „Крушев дол“.
- Привързване към съществуващата триангулационна мрежа и извършване на полигонов ход през наклонената изработка до забоя на участък „Петровица“

Двата участъка са в една и съща координатна и височинна система.

Съединителната снимка (наричана още ориентировка) е комплекс от измерителни и изчислителни маркшайдерски работи, в резултат на които се създава геометрична връзка между маркшайдерската основа на земната повърхност и тази в подземните минни изработки. Съединителните снимки биват хоризонтални и вертикални. При хоризонталните съединителни снимки особено голямо значение има точното пренасяне на посочения ъгъл на първата подземна полигонова страна, тъй като грешката в него предизвиква нарастване на грешката в положението на крайната полигонова точка, пропорционално на отдалечаването ѝ от рудничния двор. Пренасянето на посочения ъгъл от земната повърхност в рудника се извършва по няколко метода: геометричен, физико-механичен (жироскопичен, магнитен) и оптичен. Пренасянето на координатите X и Y се извършва с полигонов ход, отвеси или светлинни лъчи. При вертикалната съединителна снимка пренасянето на котата H се извършва с помощта на нивелация, стоманена жица, дълга шахтна лента, ролетка и др. [1]

При точно пренасяне на посочения ъгъл грешката при пренасянето на координатите остава постоянна въпреки отдалечаването на полигона от рудничния двор. За извършване на ориентировката на повърхността се поставя изходна триангулационна точка, а в рудничния двор се поставят най-малко три постоянни точки на разстояние една от друга не по-малко от 20 m.

Съгласно Техническата маркшайдерска инструкция [2] за контрол се правят две или повече независими ориентировки. Допустимата разлика между посочените ъгли на една и съща страна, получени при две ориентировки през една изработка, е

$$\Delta\alpha^{\text{cc}} \leq 175 \cdot \sqrt{H/50} \quad (1)$$

където H е дълбочината на шахтата до ориентирания хоризонт в метри.

Хоризонталните съединителните снимки, в зависимост от принципите на които почиват, могат да бъдат геометрични и физични. При геометричния начин на ориентиране координатите на точките и посоченият ъгъл на първата подземна страна се получават чрез прокарване на полигонов ход (наклонени шахти или щолни) или чрез проектиране с отвеси или по оптичен път от земната повърхност в рудника поне на две точки (при вертикални шахти). При проектирането на точки се предполага, че точките на земната повърхност и точките в рудничния двор лежат на едни и същи отвесни линии, а отвесните линии материализират една вертикална равнина, чийто посочен ъгъл на повърхността се запазва и в рудника. Грешката, допусната при пренасяне на височината, остава постоянна в целия хоризонт. Съгласно Техническата маркшайдерска инструкция [2] допустимата разлика между две независими пренасяния на кота е

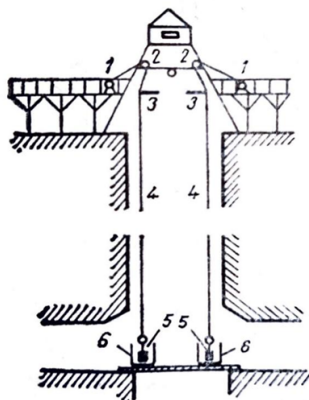
$$\Delta H = 0,02 + 0,0002H, \text{ m} \quad (2)$$

където H е в метри. [3]

Окончателни стойности на резултатите от ориентировката се приемат средните аритметични при положение, че няма данни за различна тежест на измерванията при отделните ориентировки. С помощта на геометричното ориентиране се извършва пренасяне на координатите X, Y и котата H. Геометричното ориентиране се извършва по различен начин, в зависимост от вида на разкриващата изработка, в случая през една вертикална шахта.

Схемата на ориентиране на подземни снимки през една вертикална шахта с помощта на отвеси се вижда от *фиг. 3*. Ориентирането се провежда в два етапа:

- а) проектиране на точки от повърхността върху ориентирания хоризонт с отвеси;
- б) свързване към отвесите.



Фиг.3 - Схема на ориентировка с отвеси през една ВШ

При проектирането на точки от повърхността в рудника е необходима следната апаратура:

- Ръчни лебедки с жица - 2 бр.; лебедките трябва да издържат натоварване 3 пъти по-голямо от предвиденото.
- Направляващи ролки - 2 бр.
- Центрировъчни пластинки - 2 бр.
- Комплект от тежести - 2 бр.
- Съдове с успокоителна течност (най-често отработено машинно или трансформаторно масло), в които се потапят отвесите.

Жицата на отвеса е тънък стоманен тел с голяма якост на опън. Допустимото натоварване се определя от диаметъра и качеството на жицата. [2]

Масата на отвеса зависи: от дълбочината на шахтата, от скоростта на въздушния поток и от разстоянието между отвесите.

След монтиране на необходимата апаратура (лебедки, направляващи ролки, центрировъчни пластинки и др.) и покриване на отвора на шахтата на повърхността и на ориентирания хоризонт със здрави дъски или талпи, се пристъпва към спускането на отвесите.

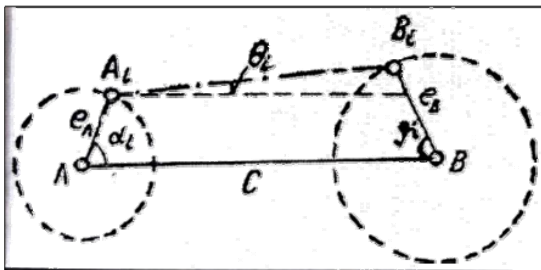
При спускането е необходимо да се спазват следните изисквания:

- Ръководителят на групата по ориентирането нарежда всички незаети да се отстранят от шахтата.
- Предварително се уговаря сигнализация между групата на повърхността и тази в рудника (най-добре е да има телефонна връзка).
- Двата отвеса не се спускат едновременно, а последователно.
- Масата на отвеса при спускане е 2-3 kg.
- Ръководителят на групата на повърхността лично проверява жицата, като я пропуска през парцалче, с което я почиства от смазката и в същото време открива чупки по нея, разяждания от ръжда и др.
- След окончателното спускане на отвеса върху жицата му се окачва работната му тежест, коригира се височината му и едновременно с това се поставя съд с успокоителна течност.
- След спускане на втори отвес се проверява положението на отвесите.

Извършват се задължителни проверки. Проверка с “поща” се състои в следното:

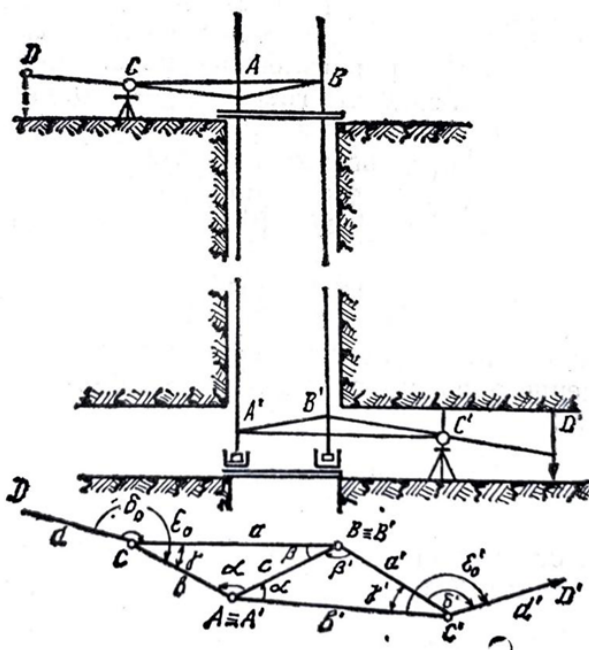
- от повърхността се спускат надянати на жицата на отвеса гривни с диаметър 2-3 cm от мек тел (най-добре алуминиев). Ако всички гривнички “пощи” стигнат до ориентиранения хоризонт, и то за приблизително едно и също време, се счита, че жицата на отвеса не допира никъде.

- Измерва се с предварително сверени ролетки хоризонталното разстояние между отвесите на повърхността и на ориентирания хоризонт. Разликата между двете разстояния не трябва да надвишава 2 mm. [3]



Фиг.4. Ъглова грешка от проектиране

Доказано е, че най-благоприятната форма на съединителния триъгълник е тази, при която два от вътрешните ъгли не превишават $3g$ и отношението на най-дългата към най-късата страна не е повече от 3:1. [1]

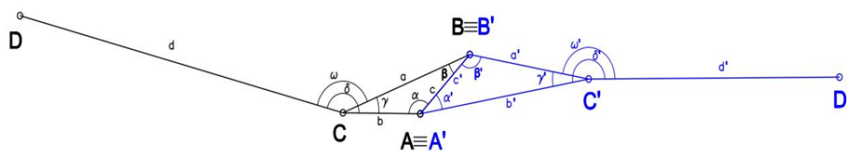


Фиг.5. Свързване посредством съединителен триъгълник

В шахтата се спускат отвеси А и В. На повърхността и в рудника се избират две точки С и С', така че да се получат подходящи съединителни триъгълници. Това се постига, като С и С' са почти в линия с отвесите А и В и са колкото е възможно по-близко до един от отвесите. Измерват се ъглите при т. С и С' и дължините на трите страни на триъгълниците. Ъглите се измерват с инструмент с директна точност на отчитане не по-малка от 1с, в три гируса или повторения. Дължините на страните се измерват не по-малко от 5 пъти с компарирани ролетки с постоянна сила на опъване (равна на силата на опъването при компарирането). Разликите в стойностите при измерване на страните не бива да надвишават ± 1 mm, а средната грешка $m_s \pm 0,5$ mm.

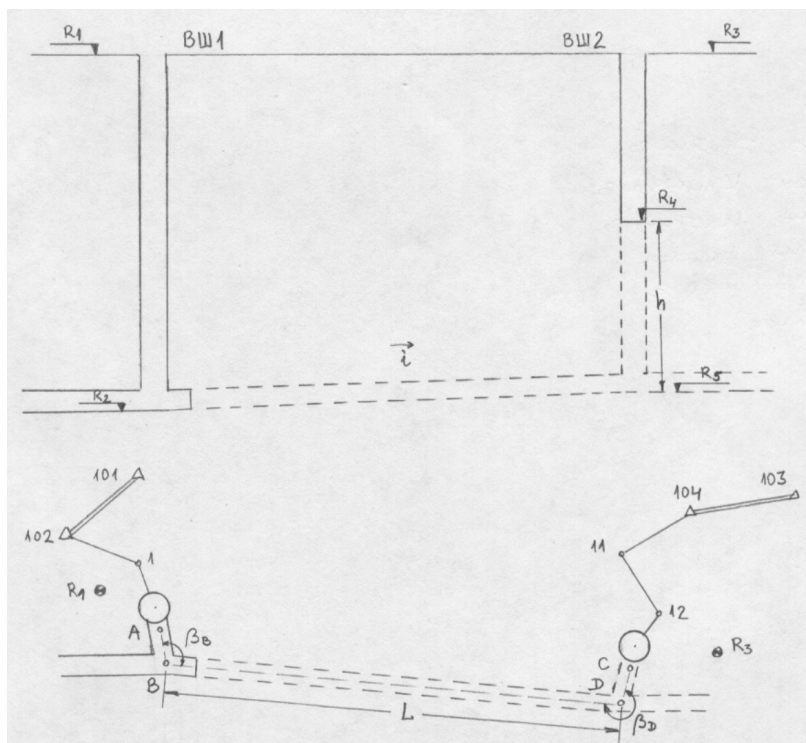
Съединителните триъгълници се решават с получените средноаритметични стойности на ъглите и страните. [3]

Принципна схема
на хоризонтална съединителна снимка
чрез съединителен триъгълник



Фиг.6. Принципна схема на хоризонтална съединителна снимка чрез съединителен триъгълник

В случая имаме Сбойка от IV тип. Тя се прилага когато не съществува подземна връзка между срещашите се забои. Изисква се двата рудника (или несвързани подземно участъци от един рудник) да бъдат в една и съща координатна система на повърхността. [1]



Фиг.7. Сбойка от IV тип- сбойка на два участъка без подземна връзка между тях

Задачи на маркшайдера

При прокарване на минни изработки с насрещни забои маркшайдерът изпълнява следните задачи:

- изработване на схема на изработките (съществуващи и проектни) и определяне на предполагаемото място на срещане
- избор на инструменти и методика на изпълнение на всички видове маркшайдерски измервания;
- оценка на точността на срещане на забойте чрез предварително изчисляване на очакваната грешка по отговорното направление - Mx' и Mz' (отговорно направление в хоризонталната равнина е

посоката - x' , перпендикулярна на надлъжната ос на изработката; отговорно направление във вертикалната равнина е вертикална права - z' , която преминава през точката на срещане на забоите;

- изчисляване на пределното несъвпадение $Mx'_{пред.}$ и $Mz'_{пред.}$ на срещане на забоите:

$$M_{x'_{пред.}} = \frac{k \cdot M_{x'}}{\sqrt{2}}; \quad M_{z'_{пред.}} = \frac{k \cdot M_{z'}}{\sqrt{2}};$$

където:

k - коефициент, отчитащ доверителната вероятност; обикновено приема стойност 3, а в отговорни случаи – стойност 4.

$\sqrt{2}$ - показва, че крайните резултати са получени като средни от два полигонови хода.

- сравняване на изчислената пределна грешка $Mx'_{пред.}$ и $Mz'_{пред.}$ с допустимата за съответния вид изработка, наклон и крепеж;

- ако пределната грешка е по-голяма от допустимата, се прави корекция на проекта за сбойката, като може да се променят инструментите (да се изберат по-точни), начина на измерване на ъглите, на дължините, нивелацията, формата на полигона и т.н. След това отново се изчислява пределната грешка;

- извършване на маркшайдерски снимки в съответствие с избраната методика за измерване на ъгли, линейни и височинни величини;

- изчисляване на трасировъчните данни (ъгли, дължини, наклони);

- задаване и контролиране на направлението на прокараните изработки чрез периодични теодолитни и нивелачни снимки;

- определяне на фактическото несъвпадение на сбойката след срещането на забоите;

- сравняване на фактическата грешка с предварително изчислената. [3]

Прецизното извършване полигоновия ход на участък „Петровица“ дава възможност за достоверна информация и проверка на опорната геодезическа мрежа на повърхността и в рудника. Пренасянето на координатите и котите в рудника става по конвенционален начин през съществуващата наклонена изработка от повърхността до забоя. Това дава възможност за тяхната проверка по всяко време, докато ограничението на уч-к „Крушев дол“, поради връзката с повърхността само по вертикална шахта, усложнява тази задача.

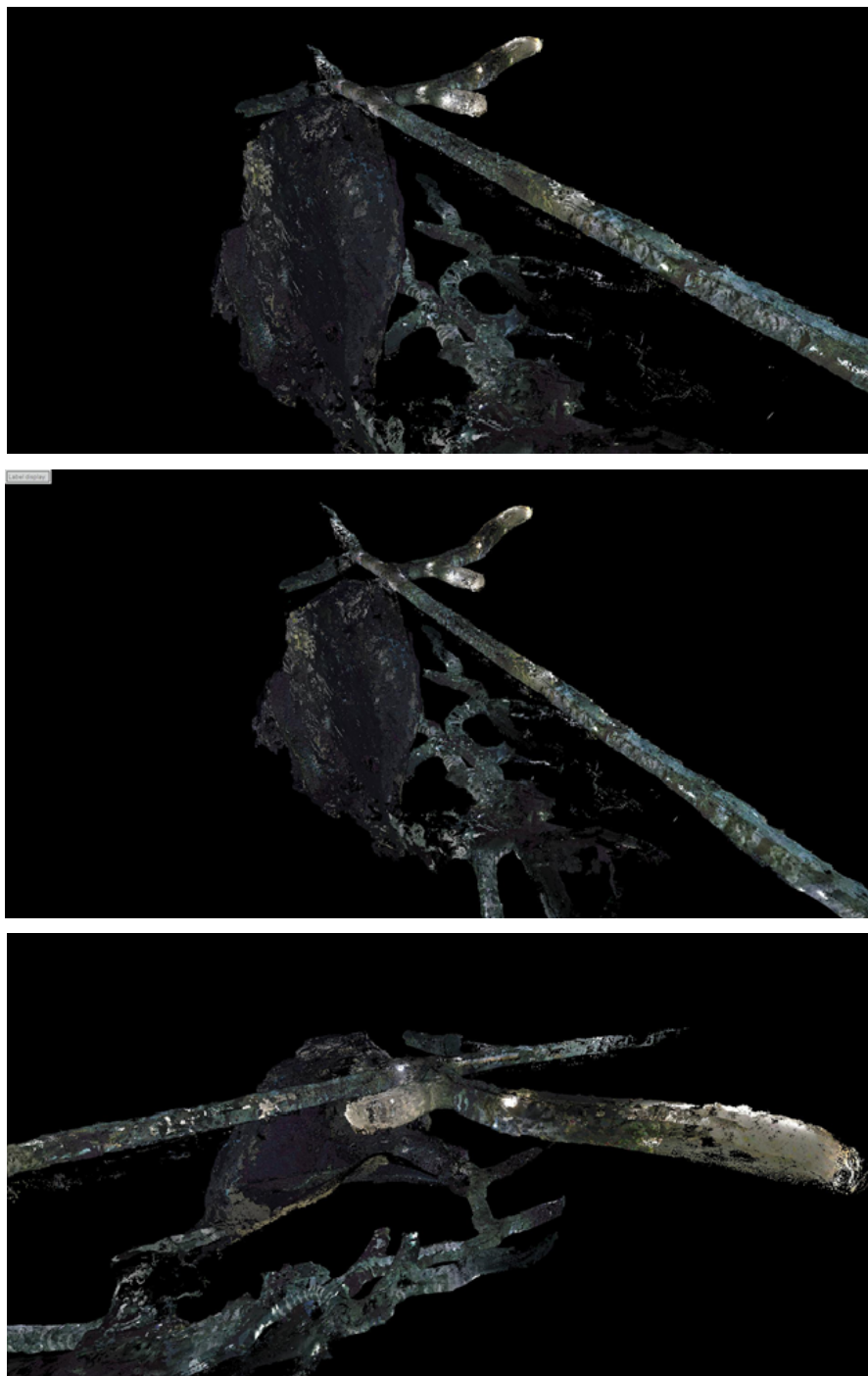
Изводи и препоръки

С напредването на технологиите, минно-добивната дейност става все по-лесна за контрол, експлоатация и визуализация.

3D лазерното сканиране навлиза все повече при изграждането на планове и карти, в строителството и мониторинга на съоръжения, заснемането на промишлени предприятия, интериорни и екстериорни архитектурни заснемания, документирането на културни паметници, документирането на местопроизшествия и престъпления и други. Ползва се за документиране на сгради, съоръжения, инсталации и инфраструктурни обекти в обществения и промишлен сектор.

3D лазерното сканиране е съвременна технология, чрез която се получава прецизен набор от геопространствени данни чрез светлинни измервания. Характерна за този вид измерване е бързината на сканиране (до 1,000,000 точки в секунда). Като резултат от работата се получава масив от точки наречен “облак от точки”. Той се характеризира с висока точност (2-10 mm), висока прецизност (3-15 mm разстояние между точките) и ниско ниво на шум. Особено предимство е и интуитивността на данните. Всяка точка може да съдържа и реален цвят, което превръща данните от сканиране в лесно разбираеми и разграничими от всеки. Съответно лазерното сканиране навлиза все повече при изграждането на планове и карти, в строителството и мониторинга на съоръжения, заснемането на промишлени предприятия, интериорни и екстериорни архитектурни заснемания, документирането на културни паметници, инциденти, местопрестъпления и други.

За по-голяма нагледност на минните работи бе извършено 3D лазерното сканиране чрез скенер, като бяха поставени наземни контролни точки, координирани и привързани към координатната система на рудника и бе построен 3D модел на изработката в участък „Крушев дол“. Предстоящо е да се направи такъв и за участък „Петровица“, след което резултатите ще бъдат съпоставени със тези от конвенционалните измервания по време и след връзката на двата рудника.



Литература

1. _Справочник по маркшайдерство - Държавно издателство "Техника" София - 1979г.
2. Техническа маркшайдерска инструкция

3. Цонков, Ал., Маркшайдерство при подземно разработване на находища (кратък курс), ИК „Св.Иван Рилски”, София, 2019.
4. Маркшайдерско дело-Учебник за I и II курс на техникумите по минна промишленост-Е. Блоха, З. Поляк, Я. Рашковски
5. Работен проект – Връзка между участък „Крушев дол“ и участък „Петровица“ – минно-инженерен състав на „ГОРУБСО-МАДАН” АД

ПРИЛОЖЕНИЕ НА 3D ЛАЗЕРНИ СКЕНЕРИ В МИННАТА ПРОМИШЛЕНОСТ

Марио Георгиев, Росен Димитров, Христо Добрев, Сергей Михалев

APPLICATION OF 3D LASER SCANNERS IN THE MINING INDUSTRY

Mario Georgiev¹, Rosen Dimitrov², Hristo Dobrev³, Sergei Mihalev⁴

¹ Dundee Precious Metals, Bulgaria, Mario.Georgiev@dundeeprecious.com

² Dundee Precious Metals, Bulgaria, Rosen.Dimitrov@dundeeprecious.com

³ Dundee Precious Metals, Bulgaria, Hristo.Dobrev@dundeeprecious.com

⁴ Dundee Precious Metals, Bulgaria, Sergei.Mihalev@dundeeprecious.com

ABSTRACT

This report focuses on the application of the newest laser scanners in various aspects of current mine surveying and geodetic practices. It provides a comparison between cutting-edge technologies and those used at the beginning of this century, emphasizing differences in technology, accuracy, time, and the skills required for similar tasks. The main instruments used for data collection and testing in this paper are handheld and autonomous scanners from Exyn Technology, as well as Leica RTC360LT scanner.

1. Въведение

Лазерните скенери намират широко приложение в минната промишленост, като значително подобряват безопасността и ефективността на оперативните маркшайдерски дейности. Те се използват за прецизно измерване на минни изработки и различни обекти в открити и подземни рудници, осигурявайки детайлни 3D модели на иззетите рудните тела, подземната инфраструктура, мониторинг на структурната устойчивост и определяне на обеми на иззетите пространства, което допринася за правилното и ефективно управление на минните предприятия.

Данните от лазерни скенери служат за оптимизацията на добивните процеси, като:

- Минимизира риска от аварии и злополуки;
- Повишаване на гъстотата и точността при измерване;
- Разработване и контрол на модели за извършване на пробивно - взривни работи;
- Определяне и управление на минните запаси;
- Мониторинг за определяне на деформации и други.

Настоящият доклад разглежда приложението на 3D лазерните скенери Leica RTC360, Exyn Nexys Pro и статичен скенер Carlson FIX1, използвани в рудник Челопеч, включително техните предимства, спецификации (табл. 1) и реални примери за успешни проекти.

Таблица 1

	Carlson FIX1	Leica RTC360	Exyn Nexys Pro
Обхват на LIDAR сензора	от 0.5m до 250m	от 0.3m до 130m	до 120m
Скорост на сканиране	1 000 000 точки/ s	2 000 000 точки/ s	2 000 000 точки/ s
Точност	±0.01m	±0.002m	±0.003m
Зрително поле	360° x 200°	360° x 300°	360° x 290°
Вградени сензори		IMU*, Визуална инерциална система (VIS), жирокоп, акселерометри	IMU*, жирокоп, акселерометри, барометър, магнитомер
Оцветяване в RGB	да	да	да
Интегрирана HDR камера	не	да	да
Автоматично регистриране на контролни точки	не	да	да
Автономност и безопасност в опасни среди	не	не	да

2. Лазерно сканиране - характеристика и практическо приложение

Лазерното сканиране, е метод за дистанционно наблюдение, използващ технологията Lidar (Light Detection and Ranging)[1]. Принципът на действие се основава на използването на лазерни импулси за точно измерване на разстояния до точките на отражение. Генерираният лъч от сензора се отразява от повърхностите на обектите и се връща към скенера. Това позволява да се изчислят разстоянията до обекта с висока точност, като се създава т. нар. облак от точки, всеки от който съдържа геометрична и атрибутна информация за обекта. По този начин се анализират обекти от заобикалящата среда с цел събиране на данни за формата, размерите и някои качествени характеристики (напр. цвят). Чрез генерирането на подробни облаци от точки, се дава възможност за идентифициране на минимални вариации на повърхностите, които могат да показват потенциални опасности като свлачища, нестабилности или ерозия. Способността на системата да улавя триизмерни данни с висока разделителна способност улеснява изчерпателния анализ на специалисти, гарантирайки, че минните дейности се провеждат с повишена осведоменост за геоморфологичната динамика.

Лазерните сканиращи устройства се делят на два основни вида, статични (монтиран на тринога или неподвижна конструкция) и динамични (монтирани на движещи се обекти).

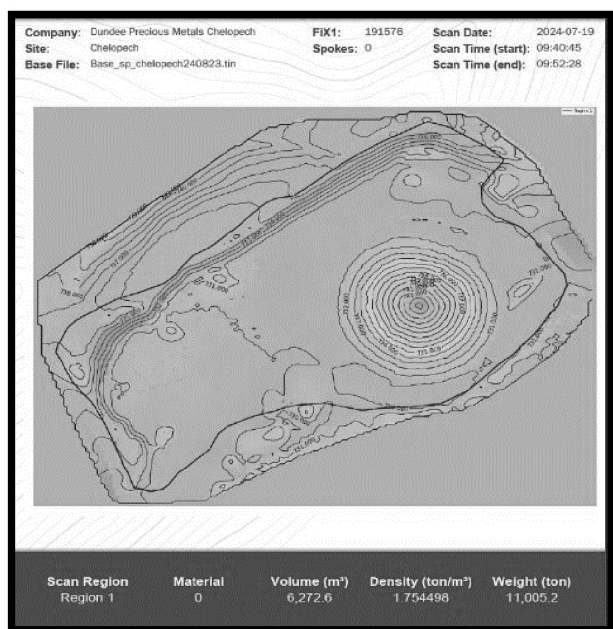
2.1. Статични лазерни системи използвани в рудник Челопеч

Скенер Carlson FIX1

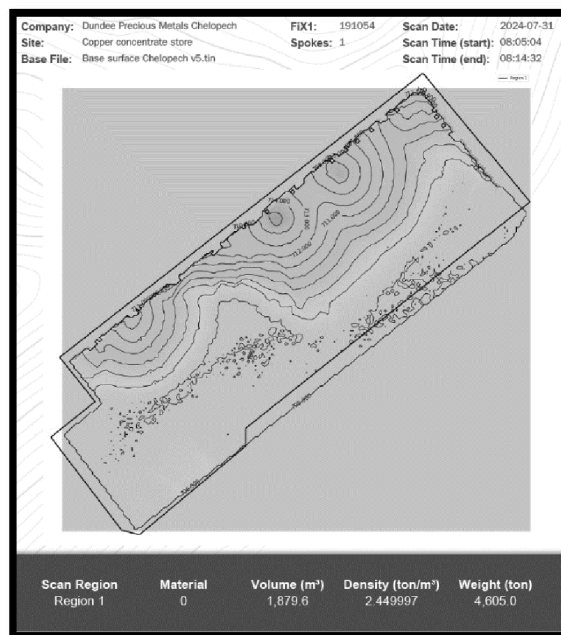
Carlson FIX1[2] е статичен 3D лазерен скенер (фиг.1), предназначен за детайлно триизмерно картографиране на обекти, както в открити така и в закрити пространства. Инструмента е подходящ за сканиране на константни обекти. Скенерът се разполага статично на подходящо място, с цел дефиниране на актуалната форма на изследвания обект. Според сложността и дължината на обекта, могат да бъдат монтирани няколко инструмента, като облаци от точки в различните позиции се обединяват в един общ модел. От измереният облак точки автоматично, софтуерът създава повърхнина, чрез която се определя обема на депонирания материал, като получените резултати се генерират в отчет (фиг.2 и фиг.3), който системата има възможност да изпраща до списък от получатели. Това служи за правилното планиране на производството, осигурявайки цикличност на измерване и информираност през цялото денонощие.



Фиг.1 Статичен лазерен скенер Carlson FIX1



Фиг.2 Отчет от външно насипище



Фиг.3 Отчет от закрит склад концентрат

Скенер Leica RTC360

Leica RTC360 е високоточен 3D лазерен скенер (фиг.4), предназначен за бързо и точно заснемане на заобикалящата среда. Инструмента използва VIS (Visual Inertial System)[3] технология, която е иновативна система за увеличаване на ефективността и точността при сканиране, като комбинира информация от визуални и инерционни сензори, за да предостави автоматично и прецизно обединяване на точките от различни сканирания в реално време, което спестява време и усилия при създаване на детайлни 3D модели.

Leica RTC360 се използва за картографиране на минни обекти, мониторинг устойчивостта в открити и подземни рудници, и архитектурни заснемания. Детайлността на заснемане спомага за качествено и надеждно изземване на запасите. Неговата висока точност и скорост на заснемане го правят подходящ за решаване на сложни и динамични геопространствени задачи.



Фиг.4 Лазерен скенер LEICA RTC360

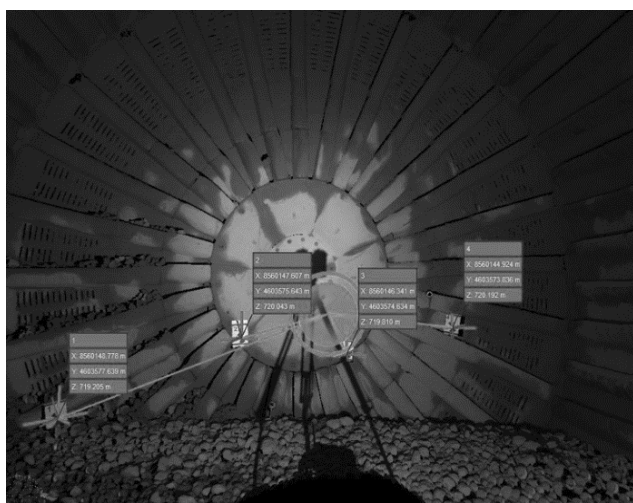
Един от последните примери за приложение на лазерен скенер LEICA RTC360 в рудник Чelopeч е определяне на износоустойчивост на лифтери на полуавтогенна мелница. Лифтерите на мелницата

са основен компонент в процеса на смилане, който има значително влияние върху ефективността на процеса на извличане на полезните компоненти. Те са част от вътрешната облицовка на мелниците и имат важни роли, за повдигане и смесване на рудата, увеличаване на контакта между материалите и регулиране на скоростта на смилане. С цел мониторинг на износването на облицовката, периодично се извършва заснемане на мелница, като задължително се извършва нулев замер след подмяна на вътрешната облицовка. Сканиранията, чрез които се определя износването на повдигачите са извършва с Leica RTC360. Преди извършване на сканирането се поставят специфични марки, чиито координати се определят по тахиметричен метод посредством тотална станция. Тези марки служат за геореферирание на полученият облак от точки на сканирането (фиг.5).

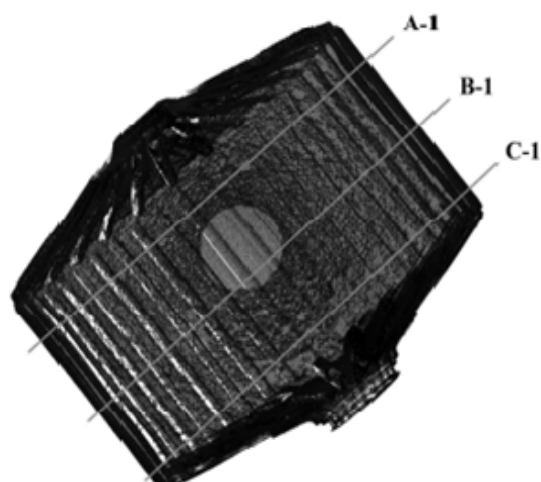


Фиг.5 Подготовка за сканиране на полуавтогенна мелница

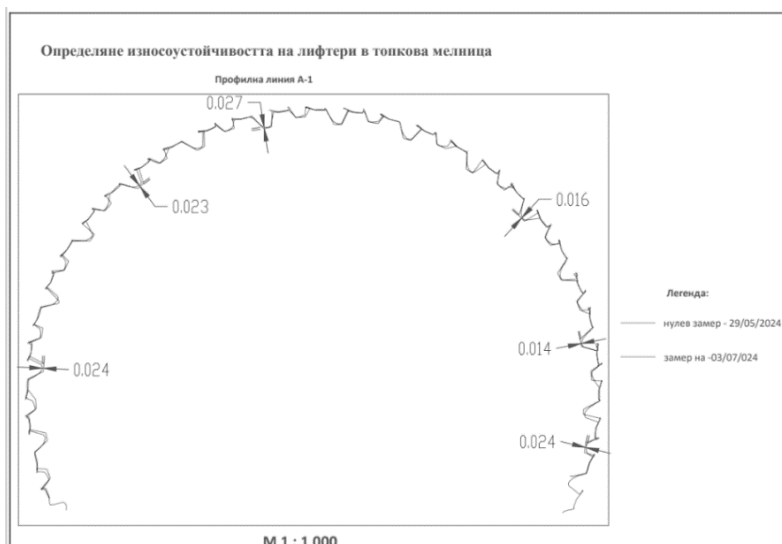
Продължителността на сканирането отнема по-малко от 5 минути с цветово оцветяване (фиг.6 и фиг.7), като броят на измерените точки надхвърля 250 милиона. След сканирането и обработката на данните е определено износването на обшивката на лифтерите между нулевият и следващият цикъл на измерване. Получените резултати са представени графично в (фиг.8).



Фиг.6 Облак от точки измерен с Leica RTC360



Фиг. 7 Визуализиране на профилни линии



Фиг.8 Графично представяне на разликите между нулево и повторно измерване

2.2. Динамични лазерни системи използвани в рудник Челопеч

Многофункционална лидар система Eхun Nexys Pro

Eхun Nexys Pro е усъвършенстван тримерен лазерен скенер, предназначен за използване в среди с утежнени условия – завишени нива на прах, влажност, температура, намалена видимост и др. Скенера предоставя висока точност и детайлност на данните, като използва комбинация от SLAM технология, която служи за локализиране и картографиране в реално време в комбинация с LiDAR сканиране и сензори за събиране на пространствена информация в реално време. Инструмента е проектиран с идеята за мултифункционалност, като дава възможност на ползвателя да го използва в различни конфигурации за монтаж, за да отговаря на различни технически приложения (фиг.9). Инструмента е утвърден в минната промишленост със своята автономност, която е сред най-високите (Level 4), позволяващи му да извършва самостоятелно заснемане на трудно достъпни и опасни за зони, без човешка намеса.

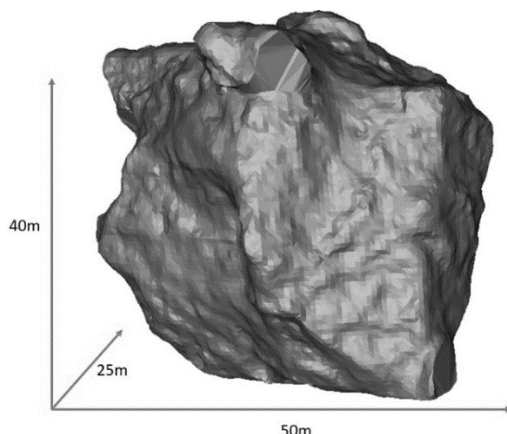
Комбинацията от лазерен скенер и компютърно устройство е една и съща във всички конфигурации. Възможността му да се монтира на превозни средства или на безпилотен летателен апарат - дрон DJI Matrice 350, го правят мултифункционален лазерен скенер за нуждите на маркшайдерското осигуряване.



Фиг.9 Компонентна система - Eхun Nexys Pro

Основно предимство при заснемането на големи празни пространства (фиг.10), чрез сканиращ дрон, е пълнотата на получения облак от точки, която може да достигне до 100% покритие на

недостъпното пространство, което позволява извършването на коректен анализ, достоверно отчитане на наличният обем руда в добивните камери и надеждно планиране на бъдещите минни дейности.

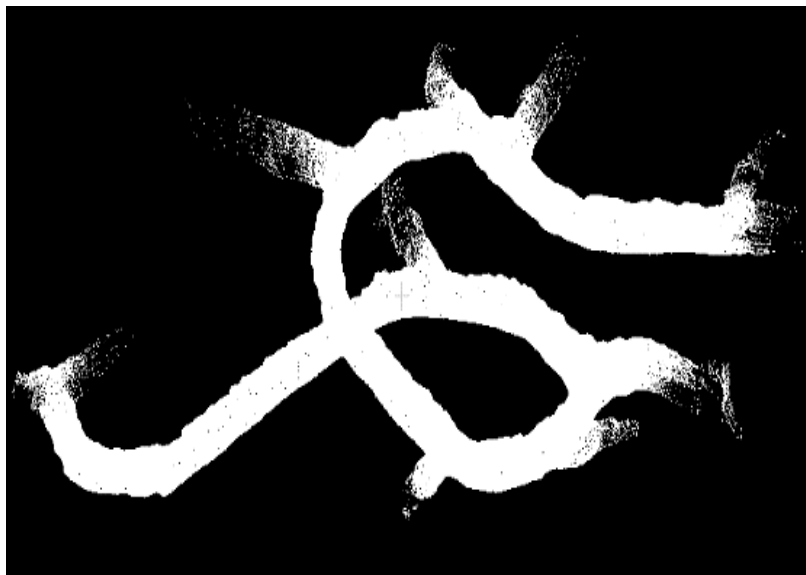


Фиг.10 Модел на добивна камера сканирана с Eхup Nexys Pro

За целите на настоящия доклад в рудник Челопеч е извършено лазерно сканиране на участък от Западна наклонена галерия от хоризонт 388 до хоризонт 345 Eхup Nexys Pro . Преди извършване на сканирането в началото и края на участъка, трайно са стабилизирани отражателни марки, чиито координати са определени по традиционните тахиметрични методи. Сканирането е осъществено по два метода - носене в ръка „Handheld“[4] и монтирано върху автомобил (фиг.11). Времетраенето за цялостното сканиране на участъка с първия метод е с продължителност от 8 минути и броят на заснетите точки е 85 милиона. Облака от точки е обработен в специализиран софтуер (фиг.12).



Фиг.11 Ръчно сканиране



Фиг.12 Визуализация на сканираният облак от точки

Второто сканиране на същият участък се извършва чрез монтиране на инструмента на предният капак на автомобил „Vehicle-mounted“[4] (фиг.13). Времетраенето за цялостното сканиране на същият участък е с продължителност от 4 минути и скорост на автомобила от 10 km/h, броят на заснетите точки е около 56 милиона.



Фиг.13 Монтиране на Eup Nexys Pro на предният капак на автомобил

Инструмента на Eup Nexys Pro намира широко приложение и за определяне на обеми на депониран материал. Преди започване на сканирането, се поставят отражателни марки, служещи геореферирание на измерените точки. Полученият облак от точки се координира и изчиства от „шум“ в специализиран софтуер на Eup Technology (фиг.14). Крайният резултат е подробен 3D модел на сканираният насип, даващ много по-голяма детайлност от измерванията чрез традиционните маркшайдерски инструменти – тотална станция и GNSS приемници.



Фиг.14 Облак от точки на измерен депониран материал на повърхността

3. Заключение

Приложението на 3D лазерните скенери в минната промишленост представлява значителна технологична иновация, която подобрява качеството на извършените маркшайдерските измервания,

което повишава качеството на подготвителните и добивни работи и повишава детайлността и точността при извършване на различен вид мониторинг.

Лазерните скенери предлагат редица предимства, като могат да бъдат използвани в синергия за постигане на оптимални резултати в минната промишленост. Leica RTC360 може да се използва за подробни надземни и подземни картографираня, докато Exyn Nexys Pro може да се използва за автономно сканиране на опасни и труднодостъпни зони. Комбинираното използване на тези технологии, може да осигури изчерпателни и точни данни, подобрявайки безопасността, оптимизиране на дейностите и мониторинг на опасни зони, като допринася за повишаване на ефективността в маркшайдерските дейности.

Въпреки многобройните предимства при приложението на 3D лазерните скенери, в основата на маркшайдерското осигуряване остават и конвекционалните методи. До скоро основен недостатък на разглежданата технологията бе високата първоначална инвестиция и поддръжка на оборудването, както и необходимостта от допълнителна квалификация за работа. Но с течение на времето, непрекъснатото развитие на технологиите и намаляването на разходите, правят тези инструменти все по-достъпни и привлекателни за работа при маркшайдерските дейности.

Литература:

1. <https://www.geomedia.bg/geodesia/tehnologiyata-lidar-i-nejnoto-prilozhenie-z-2>
2. <https://www.carlsonsw.com>
3. <https://leica-geosystems.com>
4. <https://www.exyn.com/products/exyn-nexys>

ИНОВАТИВНИ МЕТОДИ ЗА КОНТРОЛ И УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОЦЕСИТЕ В МИННО - ДОБИВНИЯТ ОТРАСЪЛ

инж. Христо Танев

РЕЗЮМЕ

Бързите темпове на развитие на техника и технологии във всички отрасли на промишлеността налага използването на различни високо точни и ефективни методи за контрол и управление на технологични процеси, мониторинг на околната среда, заснемане и картографиране на наземни и подземни обекти, инспекции на сгради и съоръжения, проучване на находища на полезни изкопаеми, извършване на разузнавателни и спасителни действия при аварийни ситуации и т.н. Един от начините за постигане на тези цели е използването на безпилотни летателни апарати – дронове. Все по-голям е дялът на използваните дронове в добивната индустрия. Чрез използването им минните компании се стремят цифровизират процесите и да създадат устойчива работна среда, което е свързано с постигане на нулев въглероден отпечатък върху околната среда.

Ключови думи: мина, дрон, мониторинг, картографиране, рекултивация на терени

ABSTRACT

The rapid development of technology and engineering in all branches of industry requires the use of various highly accurate and efficient methods for the control and management of technological processes, environmental monitoring, surveying and mapping of ground and underground objects, inspection of buildings and facilities, exploration of mineral deposits, carrying out reconnaissance and rescue operations in emergency situations, etc. One of the ways to achieve these goals is the use of unmanned aerial vehicles - drones. The use of drones in the mining industry is increasing. By using them, mining companies aim to digitise processes and create a sustainable working environment, which is linked to achieving a zero carbon footprint on the environment.

Keywords: mine, drone, monitoring, mapping, land reclamation

ВЪВЕДЕНИЕ

Използването на дронове в минната индустрия е свързано с управление на запасите, картографиране, извършване на пробивно – взривни работи, мониторинг на пътища и опасни зони, рекултивация на терени, разработване на геоложки модели и т.н. [1] Използването на такъв тип иновативни методи позволяват изграждането на физически и виртуални връзки, които позволяват наблюдения в реално време на процесите, запис на резултатите и оценка на ефективността. По този начин може да бъде контролирана рентабилността на минното дружество и изпълнението на изискванията за безопасност и здраве и влиянието върху околна среда.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ДРОНОВЕ ПРИ ОТКРИТ ДОБИВ НА ПОЛЕЗНИ ИЗКОПАЕМИ

Използването на дронове при открития добив на полезни изкопаеми се извършва с цел управление на запасите, картографиране, мониторинг и планиране на изпълнение на операциите при добива и преработката на полезни изкопаеми, оценка на ефективността на транспортните маршрути, оценка на ефективността при извършване на ПВР, наблюдение и управление на хвостохранилища, наблюдение на стабилитета на бордовете и т.н. Управлението на запасите дава възможност да бъдат планирани дейностите свързани с добива на полезни изкопаеми, като по този начин основната цел е да се постигнат по – добри финансови резултати. Посредством извършване на мониторинг на изпълнение на дейностите се цели повишаване на ефективността на операциите а оттам и на производителността на труда. Чрез картографирането се цели да се определят границите на полезното изкопаемо с цел намаляване на загубите и управление на обедняването. Посредством контрола на транспортните маршрути се управлява риска от увреждане на пътната настилка, промяна на траекторията на движение на пътното транспортно средство и ефективността на транспортната схема като цяло.

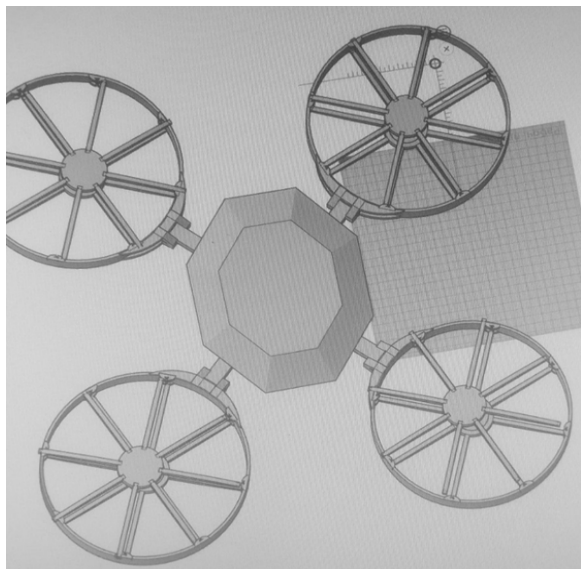
Оценката на ефективността на взривяване оказва въздействие, дава възможност за вземане на решенията за управление на зърнометричния състав на отбитата скална маса. [2]

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ДРОНОВЕ ПРИ ПОДЗЕМНИЯ ДОБИВ НА ПОЛЕЗНИ ИЗКОПАЕМИ

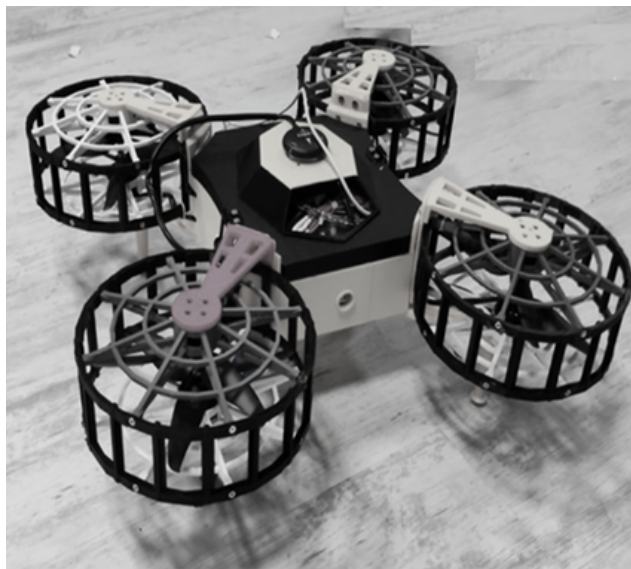
Управлението на дронове в подземни условия е значително по - сложно в сравнение с управлението на открито. Условията и факторите, които създават трудности при управлението му са:

1. Наличие на ограничени пространства и препятствия по пътя на летене;
2. Слаба или липса на осветеност;
3. Наличие на прах;
4. Висока скорост на движение на въздушните потоци в минните изработки;
5. Наличие на вибрации от машини, съоръжения и оборудване работещи под земята;
6. Липса на GPS сигнал;
7. Лоша комуникация;

В зависимост от посочените условия и фактори рисковете при използване на дрон в подземни условия са свързани с опасност от удар в тавана или стените на минните изработки, удар в хора, машини и съоръжения разположени по пътя му за движение. На следващо място наличието на прах създава условия за намалена видимост на камерите, замърсяване на сензорите и ненормална работа на двигателите. Високата скорост на въздушния поток в минните изработки създава трудности при управление на дрона. Наличието на вибрации от машини, съоръжения и оборудване създава опасност от смущения в работата на сензорите и устойчивостта на полета. Освен това известен е факта, че дронове, които не са проектирани за работа в подземни условия не могат да летят при такива условия. За да се създаде такъв дрон за работа в подземни условия в катедра „Разработване на полезни изкопаеми“ към Минно – Геоложият Университет бе разработен нов модел на дрон с подобрена конструкция устойчив на външни въздействия (фиг.1,фиг.2)



Фигура 1 3D Модел на дрона



Фигура 2 Физически модел на дрона

Важен показател при избора на двигатели е времето за летене. То зависи от различни фактори, включително теглото, конфигурацията на моторите и перките, условията на летене и режима на полет. В таблица 1 са показани техническите характеристики на елементите на дрона.

Таблица 1

Мотори		Перки	
Брой мотори	8	Размер на перките - in	8.5x5
KV рейтинг	925KV	Брой перки	8
Максимална мощност - W	1100	Контролер	
Тегло на моторите - kg	0,067	Модел	Pixhawk 6C
Максимални обороти в минута - (RPM)	20.350	Ground Station	Комплект лаптоп и телеметрия 915MHz
Рамка	Карбон и алуминий	Батерия	
Общо тегло на дрона- kg	2.5	Тип	LiPo 6S
Сензори за заобикаляне на препятствия		Капацитет - mAh	6800

След създаване на физическият модел бяха проведени пилотни изпитвания свързани с определяне на времето за летене, стабилност при полет, тест за еластичност на тялото и якост на летателното средство. Получените опити дадоха възможност чрез извършване на корекции по тялото на дрона, захранването и вида и предпазителите на перките му да се подобрят, посочените технически характеристики. (фиг. 3) [3]



Фигура 3 Общ конструктивен вид на дрона

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контролирането на условията на труд чрез използване на безпилотни летателни апарати при подземния и открит добив на полезни изкопаеми е от изключително важно значение както за контрола и управление на различните процесите свързани с добива и преработката на полезни изкопаеми в рудниците, така и за здравето и безопасността на работниците. На основание получената информация могат да се планират и прилагат адекватни мерки за управление на тези процеси и мерки за елиминиране, намаляване или ограничаване на установените рискове за здраве и безопасност.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Крилчев, Ал. „Съвременни насоки на използване на безпилотни летателни апарати в минно – добивния отрасъл“
- [2] <https://www.apella.com/position-partners/drones-for-mining/>
- [3] Крилчев, Ал „Разработване на прототип на дрон за работа в подземни условия“
- [4] Makedonska D., M. Michaylov. Need for fixed fire fighting systems in road tunnels. University of mining and geology “St. Ivan Rilski”, Journal of mining and geological sciences, Volume 62, Sofia 2019, pp. 60-65, ISSN 1312-1820.
- [5] Балев В., "3D Симулация при прокарване на тунел с помощта на 2d софтуер по метод на крайни елементи" списание „Минно Дело и Геология“ ISSN 0861-5713 ISSN 2603-4549 (online) бр. 5-6/2018 стр.37-Веселин Балев,
- [6] Крилчев, Ал: „Система за мониторинг на атмосферата в открит рудник“, Годишник на МГУ Том 57 Свитък III : Механизация, електрификация и автоматизация на мините 2014 ISSN 2535-1192 стр. 27 – 34
- [7] Крилчев, Ал: „Нови решения за осигуряване на индивидуален температурен комфорт в условия на прегряващ микроклимат при подземния добив на полезни изкопаеми“, 65-та Международна научна конференция на МГУ „Св. Иван Рилски“ – 2022, стр. 30-35 ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online)
- [8] Михайлов М., Д. Македонска, Намаляване на пожарния риск в пътни тунели. VIII Научна конференция с международно участие „Гражданска безопасност 2017“ в Академия на МВР, ISSN 1313-7700 стр.168-170

СЪВРЕМЕННИ МЕТОДИ ЗА ГЕОТЕХНИЧЕСКИ АНАЛИЗ И МОНИТОРИНГ ПРИ ТУНЕЛНО И ПОДЗЕМНОТО СТРОИТЕЛСТВОТО

гл. ас. д-р Веселин Балеv,
e-mail: veselinbalev@mgu.bg, Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, София

ABSTRACT

Modern methods of geotechnical analysis and monitoring are critical for the safe and efficient execution of tunneling, underground construction, and the exploitation of mining works. This document explores the available techniques and technologies that can improve these processes. Through conducting scientific research and practical experiments, the study proposes new approaches and solutions for addressing emerging problems. The prospects of using robotic systems and automation to increase the precision and reliability of geotechnical operations are also examined.

1. Въведение

Подземното строителство и експлоатацията на подземни съоръжения и минни изработки са процеси, които изискват правилно извършени геотехнически анализи и продължителен мониторинг, с цел да се гарантира безопасност и оптимална ефикасност. В настоящия статия са разгледани и представени наличните методи и техники, които могат да се приложат в тази област. Методологията, която се прилага, включва събиране и анализ на научни данни, както и използване на нови технологии и иновации, които са на разположение в наши дни. Осигуряването на надеждна и точна информация, която има за цел да подпомогне процесите в подземното строителство и експлоатацията на минни изработки, е свързана, с намиране на нови начини и решения за справяне с предизвикателствата пред подземното и тунелно строителство. Цели се да се предоставят полезни и иновативни решения, които да помогнат на инженерите, миньорите и строителите в постигане на успешно и безопасно реализиране на проекти в областта на подземно строителство и подземният добив на полезни изкопаеми.

1.1. Цел на изследването

Целта на настоящото изследване е да проследи, анализира и представи методи за геотехнически анализ и мониторинг в приложение на подземното строителство и експлоатацията на минни изработки, да предостави конкретна информация относно методите, техниките и технологиите, използвани в тази област, както и да проследи тяхната ефективност и приложение в практиката.

1.2. Обхват на изследването

Анализът и мониторингът на геотехническите методи в приложение на подземното строителство и експлоатацията на минни изработки са предмет на това изследване. Разгледани са техниките за определяне на геотехническите параметри; изследванията свързани с инженерно-геоложките показатели на масива; геотехническото моделиране, и резултатите имащи отношение към устойчивостта на минните изработки и др. Изследването има за цел да представи обективна и пълна картина на съвременните методи за геотехнически анализ и мониторинг в подземното строителство. [1] [2] [3]

1.3. Методология

Изследването се извършва въз основа на систематична методология, която включва изчерпателно събиране на информация, както и използване на съвременни технологии и иновации за „in situ“ изследвания. Анализирани са различни източници на информация, включително научни статии, публикации, доклади и документация, използвани за актуализиране на информацията. Методологията

е разработена с намерението да осигури надеждни и обективни резултати в целия процес на изследване. Въвеждането на съвременни алгоритми и изкуствен интелект ще подобри достоверността на резултатите и ще допълни вече получената информация. Всички източници на данни следва бъдат проверени и анализирани, за да се гарантира качество и надеждност на резултатите. Като допълнение на изследването са разгледани допълнителни аспекти, като например възможностите за устойчиво развитие и опазване на околната среда. [2] [3] [4] [5]

2. Геотехнически анализи



Фигура 1. Геотехнически анализи в подземна изработка

Геотехническите анализи включват определяне на геотехническите параметри на масива, инженерно-геоложки изследвания, геотехническо моделиране и анализ на устойчивостта на минните изработки. Анализите предоставят възможност за оценка на риска и предприемане на необходимите мерки за преодоляване на потенциални проблеми. Геотехническите анализи са ключов елемент в проектирането. Тези анализи помагат за оптимално оразмеряване на дълготрайността и безопасността, като предвиждат и решават потенциални проблеми, които могат да възникнат по време на строителния процес или по-късно при експлоатацията. Геотехническите анализи са необходима част от инженерните и строителните проекти. Без тях, правилното проектиране и изграждане на минни изработки и съоръжения би било трудно и съществува повишен риск от настъпване на събития свързани с устойчивостта на изработките. В заключение, геотехническите

анализи са от изключително значение за успешното изграждане и експлоатация на подземните изработки и предоставят необходимите инженерни решения за осигуряване на сигурността и ефективността на строителство. [2] [6] [5] [7]

2.1. Определение на геотехнически параметри

Определянето на геотехническите параметри е изключително важна и неотменима част от геотехническите анализи. Провеждането на подробни изследвания, имат за цел да определят изцяло физичните, механичните и деформационните свойства на литоложките разновидности изграждащи масива. Определянето на тези параметри ни позволяват не само да проучим последствията от натоварването, които въздействат върху конструкциите, но и да предвидим техните изменения и особености. Параметрите са от необходимост за успешното проектиране, строителство и експлоатация на подземните съоръжения в дългосрочен план, като по този начин гарантират устойчивостта и надеждността им през целия експлоатационен срок.

2.2. Инженерно-геоложки изследвания

Инженерно-геоложките изследвания представляват важен елемент за успешните геотехнически анализи. Те обхващат събиране на информация, като подробни данни за геоложките формации, описания на свойствата на скалната среда, изследвания на подземните води и анализ на други фактори, които биха могли да повлияят на устойчивостта на съоръженията. Изследванията изискват използването на разнообразни методи и инструменти, като например изследване земни и скални

проби, различни геофизически тестове, точни геодезически измервания и други. Провеждането на тези изследвания трябва да бъдат изпълнени в систематичен подход. Получените резултати са изключително важни за геотехническото моделиране и подробния анализ на устойчивостта на минните изработки и подземните съоръжения. Тези дейности играят жизненоважна роля и допринасят при проектирането на нови и рехабилитацията на съществуващи минни изработки и тунели. Успешното провеждане на тези изследвания изисква специфични познания в областта на геологията и широка експертиза в областта на геотехниката. Осигуряват надеждна основа за прилагане на ефективни строителни практики и процеси. Геоложките изследвания предоставят важна информация за балансирането на изискванията за опазване на околната среда. Помогнат за идентифициране на потенциални опасности и рискове, свързани с геоложките условия, които трябва да бъдат взети под внимание при планирането, проектирането и изграждането на съоръженията. Неконтролирани промени в геоложките условия могат да имат сериозни последици, които да доведат до повреди в крепежните конструкции и загуба устойчивост на минните изработки на локално ниво, но и да има по-широко влияние върху съседни изработки, сгради, съоръжения и/или инфраструктурни обекти в близост. Провеждането на инженерно-геоложки изследвания е от критично значение за предотвратяване на подобни инциденти и осигуряване на безопасна среда за работа и експлоатация. [3] [8] [7] [5] [6]

2.3. Геотехническо моделиране

Геотехническото моделиране е сложен и необходим процес, който играе ключова роля в инженерните дейности, свързани с подземното строителство. Целта на това моделиране е да се създадат реалистични изчислителни модели, които симулират поведението както на геоложките, така и на строителните материали. Тези модели не само извършват анализ на геометричните и механичните характеристики на подземните изработки и тунели, но и изследват взаимодействието им с вместващият масив [в който са изградени] и с целия комплекс от фактори, които предизвикват промени и влияят върху тях.

Една от ключовите съставни части при геотехническото моделиране е използването на изчислителни модели, които предлагат прецизност и подробност при определянето на натоварванията, както и деформациите, напреженията и условията на равновесие [устойчивост]. Използвайки геотехническото моделиране, инженерите са в състояние да направят прецизни и точни оценки на поведението и въздействието, което изработките ще имат преди, по време и след експлоатационния им период.

Важно да се разбере, че геотехническото моделиране не само подпомага проектирането и изграждането на нови съоръжения, но е от голяма полза и от съществено значение за предвиждане на възможни проблеми, които могат да възникнат по време на експлоатацията. Чрез извършване на анализ на различни сценарии и прилагане на различни условия, има възможност да идентифицират и предотвратяват рисковете, които се формират.

Геотехническото моделиране е процес, който изисква особена експертиза и голяма прецизност. Внимателното моделиране и наблюдение на различните фактори, които оказват въздействие върху поведението на съоръжението, са от съществено значение за гарантирането на безопасността и предотвратяването на критични деформации и дефекти в крепежните конструкции, масива и др. Геотехническото моделиране изисква внимание на детайлите и взаимодействието между различните елементи и строителни материали, които участват в процеса на изграждане на съоръжението. Това изисква добра комуникация и сътрудничество между специалисти от различни области, за да се гарантира успешното изграждане на съоръжението. [2] [1] [9]

2.4. Анализ на устойчивостта на минните изработки и тунели

Анализът на устойчивостта на минните изработки е от съществена важност за геотехническите анализи. Той представлява процеса на оценка на способността на подземните съоръжения и минни изработки да бъдат в устойчиво състояние при различни натоварвания и условия. За да се извърши такъв анализ, необходимо е да се вземат предвид различни фактори, включително геоложките

характеристики, напреженията, деформациите, подземните води и натоварванията от тях, температурните влияния, сеизмичните въздействия и други. Анализът на устойчивостта изисква използването на различни геотехнически модели и методи, с цел определяне на безопасния дизайн и експлоатация на минните изработки. Той включва изчисления, симулации и последваща оценка на въздействията. Точното определяне на устойчивостта на минните изработки и тунели има решаващо значение за създаването на безопасна и устойчива работна среда, както и предотвратяването на възможни аварии и нарушения на конструкциите и в масива. Този вид анализ включва и оценка на ефективността на системата [вместващ масив – крепежна конструкция] във времето. Освен това, е от съществено значение да се съчетаят новите технологии и иновации в областта на геотехниката, които могат да подобрят точността и надеждността на анализите и да повишат нивото на сигурност и оптимизация на проектирането и експлоатацията на минните изработки. [10] [11]

3. Методи за мониторинг

Методите за мониторинг включват измерване на деформации и напрежения, мониторинг на подземните води, мониторинг на геотехническите параметри и мониторинг на подземните съоръжения. Тези методи се използват за наблюдение и документиране на промените, които се настъпват в масивите, в които са прокарани изработки и в самите изработки във времето. Мониторингът е от решаващо значение за оценяване на състоянието на подземните съоръжения, предотвратяване на повреди и вземане на необходимите превантивни мерки. Мониторингът в подземното строителство се извършва с помощта на различни инструменти, които осигуряват събиране на данни за поведението на минните изработки. Тези инструменти включват сензори и датчици за измерване на деформации, налягане на водата и други параметри, софтуерни системи за обработка и анализ на данните, геофизични и геодезични техники за определяне на разпределението на геотехническите параметри и много други. Важно е да се изберат надеждни и подходящи инструменти, които ще осигурят точни и достатъчно подробни данни за мониторинга на подземните съоръжения.

3.1. Измерване на деформации и напрежения

Измерването на деформации и напрежения е значима и критична част от мониторинга в подземното строителство. Това включва употребата на прецизни и специализирани сензори и инструменти, които са проектирани и разработени така, че да бъдат в състояние да регистрират и отчитат най-малките промени в размерите и формата на съоръжението. Посочените данни са от съществено значение и имат за цел да помогнат в оценката на стабилността на всички напрегнати елементи, както и да предотвратят и разкрият всякакви потенциални проблеми, свързани с прекомерно напрежение и деформации. От ключово значение е, предотвратяването на сериозни повреди, които могат да се появят и могат да доведат до необратими последици, както и осигуряване на продължителна и безопасна експлоатация на всички подземни съоръжения. Редовното и систематично отчитане и анализиране на данните ни позволява да предотвратим сериозни повреди и злополуки. Затова е от изключителна важност да извършваме мониторинг, който да се основава на най-съвременните технологии и методи, за да гарантираме оптималната работа и безопасност на всички подземни съоръжения. [10] [12] [13]

3.2. Мониторинг на подземните води

Мониторингът на подземните води е важен аспект от геотехническия анализ и мониторинг в подземното строителство. Подземните води оказват значителен ефект върху устойчивостта и издръжливостта на минните изработки и другите подземни съоръжения. Следенето на водните нива и наляганя в реално време, помага да се открият евентуални промени и допълнителни натоварвания, които могат да повлияят негативно на инженерната конструкция. Това позволява да се предприемат подходящи мерки за контрол водите в подземните съоръжения.

3.3. Мониторинг на геотехническите параметри

Мониторингът на геотехническите параметри представлява наблюдение и оценка на различните свойства на скалната среда. Това включва измерване на много разнообразни параметри, като например плътност, проницаемост, якост на натиск и опън на литоложките разновидности, деформационни свойства и други. Мониторингът осигурява получаването на точна и пълна информация за геоложките условия, което води до определените методи и материали за изграждането и експлоатацията на подземните съоръжения. Благодарение на тези мерки се постига гаранция за безопасността и устойчивостта на минните изработки и всички други инфраструктурни подземни съоръжения. Благодарение на мониторинга, на геотехническите параметри, можем да предвидим и получим предупреждения относно евентуални рискове, които биха могли да възникнат. Това ни позволява да вземем необходимите мерки, за да минимизираме възможните нежелани последици и да гарантираме, че подземните изработки са устойчиви и безопасни за експлоатация. [10] [14] [15] [13]

4. Приложения в подземното строителство

Качественото подземно строителство осигурява устойчивост и функционалност на подземните съоръжения. Тази област на строителството включва създаването на хоризонтални изработки като тунели и галерии, които осигуряват транспортни, вентилационни, комуникационни и др. връзки. Вертикалните изработки, като шахти и комини, предоставят достъп до рудните тела и служат за обслужване на дейностите по добива на полезните изкопаеми. Подземните складове и съоръжения осигуряват пространство за съхранение на различни материали и съоръжения.

5. Иновации и бъдещи тенденции

Геотехнически анализ и мониторинг в областта на подземното строителство и експлоатацията на минни изработки винаги е от изключително голямо значение. Непрекъснатото внедряване на разнообразни иновации и развиването на бъдещи тенденции играят решаваща роля в непрекъснатото развитие и напредък на тази сфера. Тези иновации и бъдещи тенденции не само притежават новаторски решения, но и са основата на различни методи, които значително подобряват и улесняват геотехническия анализ и мониторинг. Благодарение на тези иновации и методи, разработени и внедрени, бъдещето на геотехническия анализ и мониторинг е гарантирано, като в същото време се спазват най-високите стандарти в тази област.

5.1. Разработване на автоматизирани системи за мониторинг

Разработката на автоматизирани системи за мониторинг е изключително важна и актуална тенденция в областта на геотехническия анализ и мониторинг. Тези системи използват различни техники и технологии, с цел да наблюдават и измерват промените в параметрите в реално време, като следят и записват не само деформациите, напреженията и нивата на подземните води, но и много други важни геотехнически параметри, които имат отношение към безопасността и ефективността на подземното строителство. За да предоставят надеждна и точна информация за състоянието на геотехническите обекти, автоматизираните системи се грижат за прецизността и надеждността на данните, като предоставят постоянно наблюдение и предупреждения при наличие на потенциални проблеми или изменения. Това позволява на инженерите и строителните екипи да бъдат информирани и да предприемат съответните мерки в реално време, целящи подобряване на безопасността и оптимизация на процеса на строителство. Засегнатите параметри се измерват и наблюдават в реално време. Данните и информацията се актуализират своевременно и могат да бъдат достъпни за анализ и интерпретация във всяко време. Това осигурява възможността за бързо и цялостно разбиране на състоянието на геотехническите обекти и при необходимост за бързо вземане на решение. Този напредък в автоматизацията на мониторинга на геотехническите обекти полага основите за по-ефективно и безопасно подземно строителство. [16] [17] [18] [19]

5.2. Използване на безпилотни дронове в геотехническия анализ

Употребата на автономни дронове представлява напълно нова и иновативна технология в областта на



Фигура 2. Тенденции и иновации. Използване на изкуствен интелект и безпилотно дронове за геотехнически анализи и мониторинг.

геотехническия анализ. Безпилотните летателни апарати са оборудвани с разнообразни и високоефективни сензори, усъвършенствани камери и различни други интегрирани инструменти, които са в състояние да изпълняват разнообразни и изключително важни функции с още по-висока резолюция върху земната повърхност. Това е от полза при придобиването и обработването на голямо количество прецизни данни, които са от съществено значение за наблюдението на геотехническите параметри, както и за деформациите и всички останали промени, които непрекъснато възникват в подземните съоръжения. Автономните дронове ускоряват и увеличават възможностите на процесите, свързани с геотехническия анализ, на основата на което осигуряват навременна и изключително подробна

информация относно сегашното състояние на всички геотехнически обекти. Съществуващите иновации в автономните дронове от днес им дават изключителен потенциал да съчетават разнообразни визуални инспекционни контроли, които не само допринасят за по-

добра естествена оценка на съответните обекти, но правят цялостната оценка на техния състояние все по-точна и коректна. Такива апарати могат да изпълняват много сложни операции във всякакви условия, което значително повишава тяхната универсалност и ги прави изключително подходящи за изследвания. Техните способности се подобряват непрекъснато, като в настоящия момент са в процес на разпознаване, ще стават още по-ефективни и способни да събират още по-големи и още по-комплексни данни, свързани с геотехническите обекти. За сигурност на по-правилните прогнози и по-доброто планиране на геотехническите проекти е задължително да бъде използвана събраната и събираната в бъдеще информация. В крайна сметка, автономните дронове биха имали възможността да променят напълно начина, по който работим в областта на геотехническия анализ и да насърчат по-напредналите и по-ефективни методи за изследване и оценка на земните и скалните масиви, като това би представлявало напълно нов връх в тази област. [20] [21]

5.3. Интегриране на изкуствен интелект в геотехническите методи

Интегрирането на изкуствен интелект в методите на геотехника е настояща тенденция, която променя начина, по който се извършва анализът на геотехническите данни. Изкуственият интелект може ефективно да обработва и анализира големи обеми от информация с изключителна скорост и прецизност. Това осигурява по-бързо и ефективно откриване на геотехническите рискове и предоставяне на прогнози за бъдещото поведение на геотехническите обекти. Използването на изкуствен интелект представлява значителен потенциал за развитие в геотехническата област. С разработването на нови алгоритми и модели, създаването на суперкомпютри и използването на машинно обучение, изкуственият интелект се очаква да преодолее предизвикателствата, свързани с анализа и мониторинга на геотехническата среда. С растежа на компютърната мощност и развитието на нови технологии, се очаква ролята на изкуствения интелект в геотехническата индустрия да става все по-значима. Комбинирането на знанията и опита на геотехническите инженери със силата на изкуствения интелект ще промени начина, по който разбираме и работим с геотехническите проекти. Очаква се изкуственият интелект да бъде неизменна част от всяка геотехническа дейност в бъдеще, като ни помага да създадем по-устойчива и сигурна геотехническа инфраструктура. [20] [21]

5.4. Екологични аспекти на подземното строителство

Екологичните измерения на строителството на подземни съоръжения са станали важна тема в съвременния свят. В условията на нарастваща осведоменост относно опазването на околната среда, е необходимо преоценяване и оптимизиране на процесите в подземното строителство, с цел намаляване на отрицателното въздействие върху нея. Това включва използването на екологосъобразни материали, енергийно ефективни системи и технологии, както и надлежна грижа за оптимално управление на вода и отпадъци. Развитието в тази сфера продължава и в бъдеще, като екологичните аспекти се превръщат в изключително важен фактор при проектирането и изграждането на подземни съоръжения.

6. Заключение

Съвременните методи за геотехнически анализ и мониторинг играят решаваща роля в подземното строителство и експлоатацията на находища за полезни изкопаеми. Геотехническите анализи позволяват определянето на геотехническите параметри и провеждането на инженерно-геоложки изследвания. Геотехническото моделиране и анализът на устойчивостта са от съществено значение за проектирането на устойчиви и безопасни подземни изработки и съоръжения. Процедурите за мониторинг, включващи измерване на деформации и напрежения, контрол на подземните води, геотехнически параметри на литоложките разновидности изграждащи масива и подземни изработки и съоръжения, предоставят в реално време информация относно поведението и сигурността на системата вместиращ масив – подземна изработка. Приложенията в областта на подземното строителство включват хоризонтални и вертикални изработки, подземни складове, съоръжения, паркинги, гаражи и др.. Бъдещите тенденции обединяват разработването на автоматизирани системи за мониторинг, използването на безпилотни дронове за геотехнически анализ, интегрирането на изкуствен интелект в геотехническите методи и отчитането на екологичните аспекти на подземното строителство. Комбинирането на различни технологии и методи, като използването на високотехнологични сензори и системи за визуализация, позволява на подземните инженери да получават по-пълна картина на състоянието на подземната среда и да предприемат бързи и точни мерки за осигуряване на устойчивостта на подземните изработки и съоръжения. В бъдеще се очаква разрастването и подобряването на геотехническите методи и технологии, което ще позволи по-бързо и по-ефективно изграждане и управление на подземните съоръжения, осигурявайки сигурна и устойчива подземна инфраструктура. [22] [23]

Литература:

- [1] M. Q. Huang, J. Ninić, and Q. B. Zhang, "BIM, machine learning and computer vision techniques in underground construction: Current status and future perspectives," *Tunnelling and Underground Space Technology*, vol. 2021, Elsevier, 2021. [worktribe.com](https://www.worktribe.com)
- [2] B. Rahimi, M. Sharifzadeh, and X.T. Feng, "A comprehensive underground excavation design [CUED] methodology for geotechnical engineering design of deep underground mining and tunneling," *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, vol. 2021, Elsevier, 2021. [\[HTML\]](#)
- [3] S. K. Singh, B. P. Banerjee, and S. Raval, "A review of laser scanning for geological and geotechnical applications in underground mining," *International Journal of Mining Science and Technology*, vol. 2023, Elsevier, 2023. [sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)
- [4] K. V. Romanevich, M. O. Lebedev, S. V. Andrianov, et al., "Integrated Interpretation of the Results of Long-Term Geotechnical Monitoring in Underground Tunnels Using the Electromagnetic Radiation Method," *Foundations*, vol. 2022, mdpi.com, 2022. [mdpi.com](https://www.mdpi.com)
- [5] J. Emery, I. Canbulat, and C. Zhang, "Fundamentals of modern ground control management in Australian underground coal mines," *International Journal of Mining Science and Technology*, vol. 30, no. 2, pp. 131-139, 2020. [sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)

- [6] S. C. Jong, D. E. L. Ong, and E. Oh, "State-of-the-art review of geotechnical-driven artificial intelligence techniques in underground soil-structure interaction," *Tunnelling and Underground Space Technology*, 2021. [\[HTML\]](#)
- [7] J. Ma, H. Pei, H. Zhu, B. Shi et al., "A review of previous studies on the applications of fiber optic sensing technologies in geotechnical monitoring," *Rock Mechanics Bulletin*, 2023. [sciencedirect.com](#)
- [8] M. Barzegar, S. Blanks, B.A. Sainsbury, et al., "MEMS technology and applications in geotechnical monitoring: a review," *Measurement Science and Technology*, vol. 2022, [iopscience.iop.org](#). [\[HTML\]](#)
- [9] E. Mahmoudi, M. Stepien, M. König, "Optimisation of geotechnical surveys using a BIM-based geostatistical analysis," *Smart and Sustainable Built...*, 2021. [Online]. Available: [emerald.com](#) [\[HTML\]](#)
- [10] B. Rahimi, M. Sharifzadeh, and X.T. Feng, "Ground behaviour analysis, support system design and construction strategies in deep hard rock mining—Justified in Western Australian's mines," *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, vol. 2020, Elsevier, 2020. [sciencedirect.com](#)
- [11] H. Zhuang, J. Yang, S. Chen, Z. Dong, and G. Chen, "Statistical numerical method for determining seismic performance and fragility of shallow-buried underground structure," *Tunnelling and Underground Space Technology*, vol. 2021, Elsevier, 2021. [\[HTML\]](#)
- [12] X. Lu, Y. Zhang, C. Lin, and F. Wu, "Analysis and comprehensive evaluation of sustainable land use in China: Based on sustainable development goals framework," *Journal of Cleaner Production*, 2021. [\[HTML\]](#)
- [13] [1] A. P. Gurgun, K. Koc, and H. Kunkcu, "Exploring the adoption of technology against delays in construction projects," *Engineering, Construction and ...*, vol. 2024. [emerald.com](#). [\[HTML\]](#)
- [14] S. K. Verma, N. K. Gupta, and D. Rakshit, "A comprehensive analysis on advances in application of solar collectors considering design, process and working fluid parameters for solar to thermal conversion," *Solar Energy*, 2020. [academia.edu](#)
- [15] G. Tsinidis, F. de Silva, I. Anastasopoulos, et al., "Seismic behaviour of tunnels: From experiments to analysis," *Tunn. Undergr. Space Technol.*, vol. 2020, Elsevier, 2020. [sciencedirect.com](#)
- [16] A. Carri, A. Valletta, E. Cavalca, R. Savi et al., "Advantages of IoT-based geotechnical monitoring systems integrating automatic procedures for data acquisition and elaboration," *Sensors*, 2021. [mdpi.com](#)
- [17] M. Bağ, "The use of automatic measurement techniques in the geotechnical monitoring system of PGE GiEK SA, KWB Turów branch," *International Journal of Coal Science & Technology*, 2022. [springer.com](#)
- [18] M. Lato, "Canadian Geotechnical Colloquium: Three-dimensional remote sensing, four-dimensional analysis and visualization in geotechnical engineering—State of the art ...," *Canadian Geotechnical Journal*, 2021. [cdnsiencepub.com](#)
- [19] J. Secord, "Development of the automatic data management and the analysis of integrated deformation measurements," 2023. [unb.ca](#)
- [20] T.D. Dechev, "Азербайджан и Туркменистан на газовата шахматна дъска," *Научни трудове-Висше училище по сигурност и ...*, 2020. [Online]. Available: [ceeol.com](#). [\[HTML\]](#)
- [21] Александрова Н., Михалев С., „Сравнителен анализ на резултатите, получавани чрез обработка на изображения от безпилотно въздушно заснемане в открит рудник“, - списание „Минно дело и геология“, бр. 4-5, 2020, стр. 51-58, ISSN 0861 – 5713 ISSN 2603 – 4549 (Online)
- [22] Борисов Б., „Експлоатационен срок на подземни стоманобетонни елементи и облицовки“, - списание „Минно дело и геология“, бр. 8-9, 2021, стр. 21-26, ISSN 0861 – 5713 ISSN 2603 – 4549 (Online)
- [23] Tamaskovics N., Tondera D., Pavlov P., Totev L. Computational pothole mining subsidence analysis formultilayer sites. *Journal of Mining and Geological Sciences*, Volume 62, Number 2, 2019. ISSN 2682 - 9525 p. 99-102.

ВНЕДРЯВАНЕ НА БЕЗОЛОВНИ СРЕДСТВА ЗА ВЗРИВЯВАНЕ В РУДНИК „ЧЕЛОПЕЧ“

РАЗРАБОТЕНИ ОТ „ОРИКА“

Цветан Балов, Tsvetan.Balov@dundeeprecious.com

Стефан Попов, Stefan.Popov@dundeeprecious.com

Соня Юрукова, Sonia.Yurukova@orica.com

Стилиян Минкин, Stilian.Minkin@orica.com

ABSTRACT

The article presents operational test results for the NEO lead-free detonators for charging development and production blastholes in the Chelopech underground mine. The article outlines the prerequisites, as well as some differences regarding these detonators compared to the current lead technology used in the mine. NEO products are based on a safer and more resilient new formula, without the use of any lead or lead components in the production process and the end product developed by Orica. The key prerequisite of this new product range is its undisputed benefit for safety at work and environmental protection during development and production drilling in the Chelopech mine.

Увод

Капсул-детонаторите са средства за инициране на заряди от бризантни взривни вещества. Този вид средства за взривяване намират приложение в практиката още през 1867 г., когато Алфред Нобел патентова първия детонатор с живачен фулминат. Първоначално съставът им се е състоял само от гърмящ живак. В течение на времето обаче, те са претърпели множество промени и днес капсул-детонаторите се зареждат с две или повече взривни вещества, оформени като първичен и вторичен заряд. Първичните заряди са от инициращи взривни вещества (ВВ), като например оловен азид, оловен стифнат и др. Вторичните заряди са от бризантни ВВ с голяма мощност - тен, хексоген и др. Тази комбинация на маломощни инициращи взривни вещества с висока чувствителност и по-мощни, но с по-ниска чувствителност към външни въздействия бризантни ВВ, позволява по-добро управление и надеждност на иницирането на детонаторите, респективно на взривяването на зарядите от ВВ [1].

От 1994 година в технологията на взривните работи в рудник „Челопеч“ се прилага не-електрическа системата за инициране „None!“, производство на Орика с търговското наименование „Exel™“. Дори след въвеждане и на електронните детонатори тип „I-kon™“ през 2016г., към настоящия момент „None!“ системата остава като основен, надежден и икономически изгоден вариант за условията на рудник „Челопеч“.

С цел намаляване на екологичния отпечатък върху околната среда, „Орика“ разработват нова серия не-електрически детонатори Exel™ Neo. Те са от решаващо значение за осигуряване на едно по-устойчиво бъдеще. Новите напълно безоловни продукти не съдържат опасни вещества (SVHC) съгласно Регламента за регистрация, оценка, разрешаване и ограничаване на химикали (REACH) на Европейския съюз са много по-безопасни за употреба.

В съответствие с политиката на компанията „Дънди прешъс метълс“ за едно по-устойчиво и екологично бъдеще, специалистите на Дружеството не спират да търсят начини да намалят въглеродния отпечатък от производствените дейности на компанията. Като част от дългосрочната политика на „Дънди Прешъс Метълс Челопеч“ за намаляване на отделяните вредни емисии в околната среда бяха въведени в експлоатация напълно електрифицирани минни машини, използва се цимент произведен от суровини без съдържание на тежки метали, като част от тези и други инициативи новата продуктова серия не-електрически детонатори Exel™ Neo, която беше представена от „Орика Мед България“ АД пред специалисти на компанията могат да се характеризират [4], както следва:

При производството им:

- По-безопасни за производство, тъй като не се използва първичен експлозив.
- Оловото и оловните съединения са елиминирани от продукта и в производствения процес.
- Намален риск за здравето на хората, работещи в производството и употребяващи тези продукти.

При транспорт, съхранение и употреба:

- Слаба чувствителност към механично въздействие.
- Намалява се риска от механична детонация.

Опазване на околната среда:

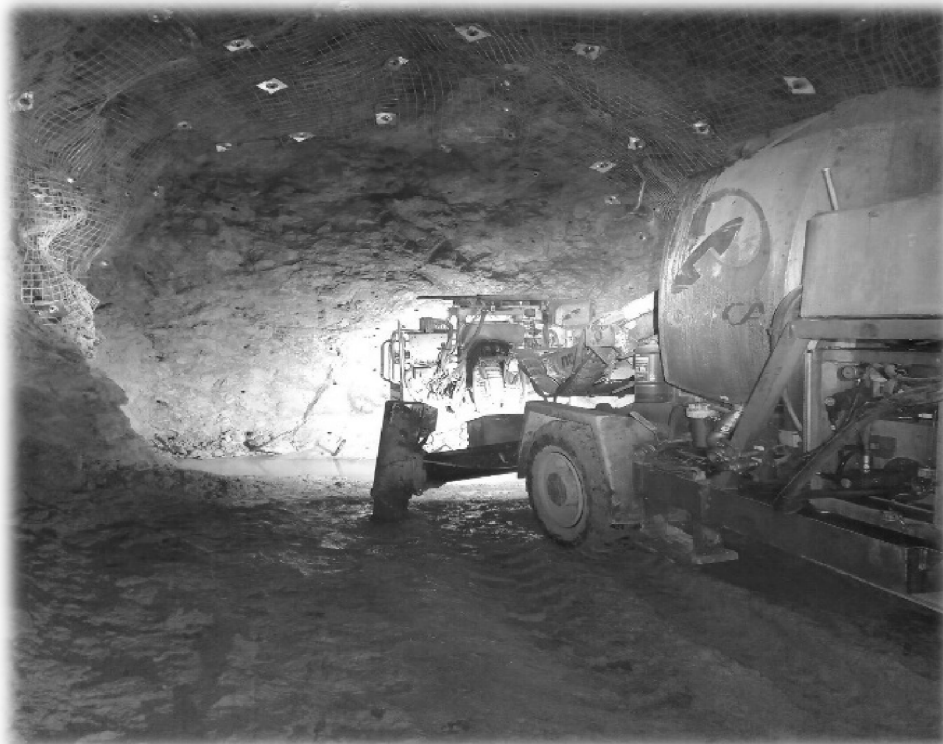
- Няма освобождаване на олово и оловни съединения в околната среда.
- Няма натрупване на токсични вещества.
- Произведени близо до потребителите в Европа, като по този начин се намалява въздействието върху околната среда.
- Не съдържа никакви опасни вещества (SVHC), съгласно регламента за регистрация, оценка, разрешаване и ограничаване на химикали (REACH) на Европейския съюз.

След изчерпателна дискусия между специалисти на „Дънди прешъс метълс Челопеч“ (ДПМЧ) и „Орика Мед България“ АД, беше взето решението да се извършат технологически тестове с новата серия средства за инициране в реални руднични условия. Целта на тестовете е да се установи ефективността на детонаторите ExelTM Neo спрямо прилаганите в рудник „Челопеч“ не-електрически детонатори ExelTM с оловни съединения.

Промишленото изпитание на не-електрическите детонатори ExelTM Neo в условията на рудник „Челопеч“ се проведе в периода 01.08.2024-09.08.2024. Работните места бяха определени в съответствие с производствения план на минните дейности в рудника и програма, разработена на основание Заповед № 1155 от 01.08.2024 год. на директор „Производство“ в съответствие с Наредба за съществените изисквания и оценяване съответствието на взривните вещества за граждански цели, Правилника по безопасността на труда при взривните работи и на основание на представената от производителя документация и разрешения [2].

Описание на технологията на работа при теста

За целите на теста, логистиката на доставка на не-електрическите детонатори ExelTM Neo и механизирано зареждане на взривни дупки и сондажи, в рудник „Челопеч“, са доставени 500бр. детонатори;

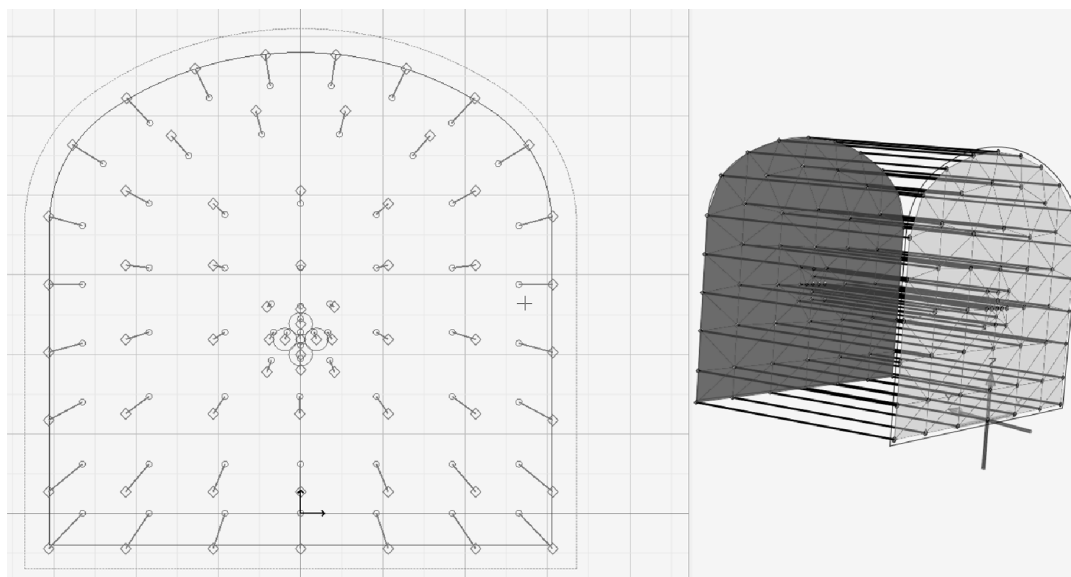


Фигура 1. Мобилната установка за производство на EBB Handiloader (Фиг. 2);



Фигура 2.

За целта на промишления тест, едно от работните места е прокарването на полева минна изработка. Изработката е с напречно сечение $26,2 \text{ m}^2$. Взривните дупки са пробити с диаметър 45 mm и дължина 5.1 m с пробивна карета Sandvik DD422i с дължина на лафетите 5552 mm . Машината разполага със система за автоматично пробиване [3]. С помощта на софтуера на фирмата Sandvik „iSure“, паспортите за пробиване се изготвят предварително и с преносима карта с памет се зареждат в компютъра на машината (Фиг.3). Това осигурява прецизност, надеждност и безопасност при извършване на пробиваните работи в минните изработки.



Фигура 3. Паспорт за пробиване $26,2 \text{ m}^2$ софтуер „iSure“

Безопасност и опазване на околната среда.

Основната цел на новоразработената от „Орика“ неелектрическа система за взривяване ExeI™ Neo, не е само елиминирането на оловните частици от състава на веществата в детонаторите, но и значително

усъвършенстване в сферата на безопасността. Exel™ Neo придават ново значение на думата безопасност, дори при удар от височина 10 m. не възниква възпламеняване или детонация на детонаторите. За сравнение, при едни и същи условия, обикновеният Exel™ капсул-детонатор се детонира от височина 3 m [4]. Това прави детонаторите Exel™ Neo изключително безопасни и надеждни за суровите условия на подземните рудници.

За целите на теста на територията на „Дънди прешъс метълс Челопеч“ (ДПМЧ) бе използван пълният комплект от средства за взривяване на Exel™ Neo, което включва не-електрически детонатори, присъединителни блокчета и закъснителни релета. (Фиг.5 и 6)



Фигура 5. Присъединителни блокчета Exel™ Neo



Фигура 6. Капсул-детонатори Exel™ Neo

За период от една година на територията на рудник „Челопеч“ се използват около 155 000 броя не-електрически детонатори. Количеството отделени оловни частици от един детонатор е около 120mg/det, това означава, че на година „Дънди прешъс метълс Челопеч“ (ДПМЧ) отделя около от 18.600.000mg/det. С внедряването на не-електрическите детонатори Exel Neo в производството, „Дънди Прешъс Метълс Челопеч“ (ДПМЧ) ще елиминира този вид вредни емисии, което е още една крачка напред в посока в опазването на околната среда.

Основни данни и цели на проверките при провеждането на промишления тест

1. Зареждане при прокаране на минни изработки

По време на теста бяха зарядени и взривени 2 забоя при прокаране на хоризонтални изработки със следните размери на напречни сечения:

- Бл. 151, хор. 195, изработка №111 - 21,1 m²
- Бл. 150, хор. 405, полева изработка „150-405-SD“ - 26,2 m²

Маса на заряда от “Subtec™ Velcro” в една взривна дупка:

- Подкоп и отбивни – 7,5 kg/1вд
- Контурни – 6,5 kg/1вд
- Долни взривни дупки (по контура в пода) – 7,5 kg/1вд
- Общо използвани не-електрически детонатори тип Exel™ Neo - 200
 - Забой 21,1 m² - 8 бр. (детонатори и присъединителни блокчета)
 - Забой 26,2 m² - 9 бр.

При провеждането на теста бяха спазени всички действащи процедури и норми при прокарване на минните изработки в рудника, също така изработката бе заснета преди и след зареждане и взривяване. (Фиг.7 и Фиг.8)



Фигура 7. Незареден забой



Фигура 8. Зареден забой

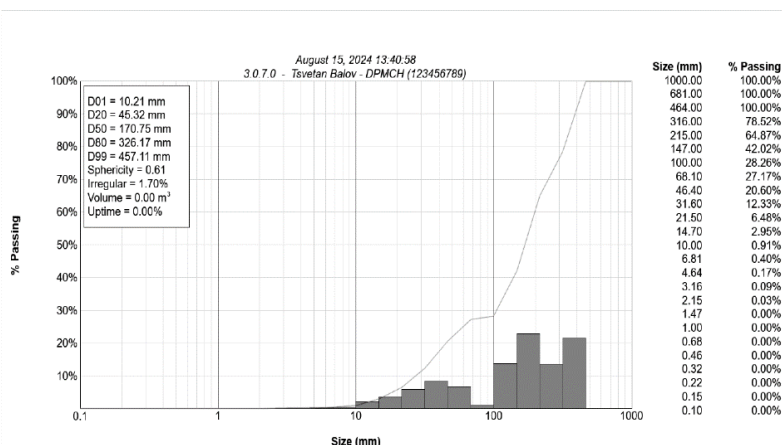
2. Целеви проверки и резултати

В съответствие с изготвената програма за извършването на теста в условията на рудник „Челопеч“, получените резултати по заложените измерители са дадени в таблица 1, съответно:

При зареждане на взривни дупки при прокарване на минни изработки

Таблица 1

Целеви проверки	Резултат
Проверка на здравината и гъвкавостта на вълновода	Без никакви нарушения до момента на инициране
Проверка за отказали или невзривени взривни дупки	Няма установени откази
Проверка на <u>зърнометричния състав</u>	Нормално разпределение на отбитата скална маса (Фиг. 9)
Проверка напредък на забоя	Напредъка след маркшайдерски замер 4.6 м



Фигура 9. Разпределение на скалните късове и зърнометричен състав.

Заклучение

1. От промишления тест с използването на серията не-електрически детонатори Exel™ Neo се установи следното:
 - След взривяванията при прокарването на минните изработки, се получава очакваният планиран напредък на забоя им с добре оформен контур и без откази; Равномерно раздробяване на взривената с маса.
2. Очакван резултат при внедряването на системата за взривяване Exel™ Neo в рудник „Челопеч“:
 - Повишаване безопасността на взривните работи при ползването на детонатори с висока устойчивост към механични въздействия и увеличени якостни параметри на вълновода;
 - Намаляване на екологичния отпечатък при извършване на взривните работи чрез елиминиране отделянето на оловни частици при взривяването на детонаторите в размер на 18.600.000mg/год., респективно елиминиране използването на Pb при производството на този тип детонатори;
 - Първичните експлозиви са отстранени от производствения процес, а оловото, както и оловните съединения, са елиминирани от освобождаване в околната среда.
 - Подобряване безопасността на труда при взривните работи и опазването на околната среда без да повлияе на ефективността на извършваните взривни работи в рудника.

Библиография:

1. Г. Генов 1982г. „Взривни работи“
2. Програма за извършване на промишлено изпитване на „Exel™ Neo“ производство на „Орика“;
3. Програма за избор на пробивен инструмент за взривни дупки с дължина на пробивната щанга 5552mm.
4. „EXEL™ NEO lead-free non-electric detonator range“ и друга литература от производителя „Орика“

ЕЛИМИРАНЕ НА РИСКОВЕТЕ ЗА БЕЗОПАСНОСТ И ЗДРАВЕ ПРИ РАБОТА В ОГРАНИЧЕНИ ПРОСТРАНСТВА

доц. д-р инж. Александър Крилчев, e-mail: krilchev@mgu.bg

РЕЗЮМЕ

Изпълнението на разнообразни по своята същност дейности в различни отрасли на промишлеността се извършват при специфични условия. Специфичният характер на тези условия се определят от особеностите на работната среда, условията на труд, вида на изпълняваните дейности, прилаганите технологии, използваната механизация, режимите на работа и т.н. В този смисъл работата в ограничени пространства се дефинира като високо рискова по отношение на здравето и безопасността. Недостатъчната или липсата на вентилация, наличие на опасни химически агенти, които създават предпоставки за бързо развитие на опасни атмосфери, високи температури, пожари, ръчна работа с тежести създават условия за възникване на инциденти и злополуки. Поради тази причина е необходимо да се идентифицират предвидимите опасности, които биха могли да създадат риск за безопасността и здравето и да се елиминира риска, чрез прилагане на комплекс от мерки недопускащи създаване на предпоставки за възникване на инциденти и злополуки.

Ключови думи: ограничено пространство, пожар, вентилация, условия на труд, риск, химични агенти

ABSTRACT

The performance of various activities in different branches of industry is carried out under specific conditions. The specificity of these conditions is determined by the peculiarities of the working environment, the working conditions, the nature of the activities performed, the technologies used, the mechanisation employed, the working methods, etc. In this sense, working in enclosed spaces is defined as a high risk in terms of health and safety. Inadequate or lack of ventilation, the presence of dangerous chemical agents that create conditions for the rapid development of dangerous atmospheres, high temperatures, fires, manual work with weights create conditions for the occurrence of incidents and accidents. For this reason, it is necessary to identify foreseeable hazards that could create a risk to safety and health and to eliminate the risk by applying a set of measures that prevent the creation of conditions for the occurrence of incidents and accidents.

Keywords: enclosed space, fire, ventilation, working conditions, risk, chemical agents

ВЪВЕДЕНИЕ

Липсата на единен нормативен документ не дава ясно дефинирано определение за това „Какво е ограничено пространство и как се определя кое пространство е ограничено“. Определението за "ограничено пространство" в българското законодателство е доста широко. Съгласно точка 4 на § 1 от Наредба № 9 от 23.09.2004 г. за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд при експлоатация и поддържане на водоснабдителни и канализационни системи "Ограничено пространство" е всяко място (шахта, камера, резервоар, кладенец, закрит канал, тръбопровод, колектор, силос и др.), в което поради затворения му характер се появява предвидима опасност“. В наредбата не се дискутира обаче, в кои случаи можем да говорим за "ограничен характер." В някои други нормативни актове е използвано понятието "затворено пространство", което в случая се явява алтернатива на "ограничено пространство". В Разпореждане № 93 от 21 октомври 2005 г. относно реда, задълженията, отговорностите и документирането на изпълнението на процедурите по влизането в затворени пространства на кораби е дадено по-добро описание - "Затворено пространство е пространство, което притежава някоя или съвкупност от няколко от следните характеристики - ограничени отвори за влизане и излизане, недостатъчна естествена вентилация, или помещение, което не е предназначено за продължителен престой на хора. На основание гореизложеното и добрите световни практики като дефиниция за „ограничено пространство“ може да бъде дадено следното определение - Пространство, което е напълно или частично затворено (ограничено),

1. не е предназначено или предвидено да бъде заемано постоянно от човек извършващ различни производствени дейности;

2. проектирано или предвидено да бъде под нормално атмосферно налягане,
3. може да има ограничен вход или изход, като това може да е случайна точка за влизане за проверка, ремонт, почистване, поддръжка и други производствени дейности;
4. съществува риск за здравето и безопасността поради недостиг на кислород или наличие на замърсители във въздуха – вредни и опасни газове, пари и прахове, които могат да причинят нараняване или отравяне от:
 - пожар или експлозия;
 - високи концентрации на токсични вещества във въздуха;
 - удавяне при водни пробиви, затъване при кални пробиви.

Едно от условията за определяне на едно пространство като „ограничено“ е ако по време на изпълнение на дадена дейност се отделят или образуват вредности в работната среда. За да може това пространство да бъде декласирано като неограничено е необходимо то да е претърпяло достатъчно промени в структурата и да се използва за елиминиране на всички присъщи опасности, които определят ограниченото пространство като такова.

ДРУГИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗА ОГРАНИЧЕНО ПРОСТРАНСТВО

Съгласно Европейската агенция по безопасност и здраве при работа (EU - OSHA) стандарта Permit-required confined spaces ограничено пространство, за които се изисква разрешително е такова, което:

1. съдържа или има потенциал атмосферата да бъде опасна;
2. е достатъчно голямо, така че работникът да влезе с тялото си и да извършва работа
3. има ограничена или намалена възможност за влизане и излизане;
4. не е предназначено за продължително пребиваване на хора.
5. съдържа материал, който създава риск работника да потъне в него

В Канада при "ограничено пространство" рисковете се ограничават до такива, свързани с атмосферни опасности. Съгласно определението в Reg. 632/05: CONFINED SPACES "ограничено пространство" е напълно или частично затворено пространство, което:

1. не е предназначено за продължително пребиваване на хора и
2. в което могат да възникнат опасности в работната среда поради неговата конструкция, местоположение, съдържание, или поради работата, която се извършва в него.

В Англия официалното определение е почти същото, както в България, т.е. без подробно описание. Там обаче има "Одобрен кодекс на практики и ръководство за прилагане на Confined Spaces Regulations 1997". Кодексът е разработен от Health and Safety Executive (Изпълнителната агенция по здраве и безопасност) дава подробни указания и примери за работа в такива пространства.

Ограничени пространства се срещат в различни отрасли на промишлеността-нефтепреработване, химическа индустрия, съхранение на зърно, минна индустрия, ВиК, производство на електроенергия, производство на хартия, преработка на отпадъци, превоз на товари, строителство ,контролни и ремонтни дейности и т.н. Такива пространства са:

1. Тръбопроводи, водостоци, тунели, сондажи, шахти, изкопи, ями, ревизионни и подводни шахти, канали;
2. Контейнери за товарен превоз, баластни резервоари, машинни помещения на кораби и товарни помещения;
3. Котли, съдове под налягане, резервоари, цистерни, помпени помещения;
4. Площи, използвани за съхраняване на материали, които е вероятно да се окисляват;
5. Непроветрявани или недостатъчно проветрявани помещения, силози, миксери;
6. Структури, които се превръщат в ограничени пространства по време на производството им;
7. Вътрешни пространства на машини, инсталации или превозни средства, двойни подове;
8. Реактори, скрубери, охладителни кули, мелници, бункери и други подобни затворени или частично затворени структури.

ТРАВМАТИЗЪМ ПРИ РАБОТА В ОГРАНИЧЕНИ ПРОСТРАНСТВА. ПРИЧИНИ

Около пет милиона работници в света ежедневно извършват дейности в ограничени пространства. Според направена статистика на травматизма на инцидентите и злополуки при работа в ограничени пространства всяка година 259 работници умират а 15 900 работници са ранени при трудови злополуки при работа в ограничени пространства. 66% от смъртните злополуки са причинени от опасна атмосфера и от неадекватни действия от страна на лицата оказващи помощ. Според OSHA (Occupational Safety and Health Administration) всяка година в Съединените щати се извършват дейности в над 4,8 милиона ограничени пространства Над 11 000 наранявания са регистрирани при работа в такъв тип пространства. В България през 2017 година двама мъже загиват при злополука в завод за медикаменти в Пещера. Двамата работници са участвали в ремонт и почистване на изливен резервоар. Най-напред в резервоара е влязъл единият работник, който е загубил съзнание като същото се случва и с колегата му, който се притекъл на помощ. Минути по-късно и двамата работници са починали, като най-вероятната причина за фаталния инцидент е изтичане на отровен газ от инсталацията в производственото помещение, който е проникнал в изливния резервоар. През 2020 година мъж загива в резервоар за гориво на газстанция. Той е почиствал резервоар за гориво, когато му прилошава и припада. Негови колеги веднага потърсили помощ, но спасителни екипи не успяват да го спасят. През 2023 година работник извършвал дейности по изграждането на кофраж за резервоар с дълбочина три метра, пада на дъното на резервоара. Причината е счупената дъска, на която той е стъпил за да извършва съответната работа. Не по – маловажно е да се отбележи, че и риска за спасителите при инциденти и злополуки също е значителен. Това е факт, поради това че спасителните действия се извършват в непригодна за дишане среда, високи температури наличие на течности в ограничените пространства, работа в условия на пожари и др.

Основните причинни за трудови злополуки в ограничени пространства са:

1. Неадекватна оценка на риска или липса на такава преди изпълнение на дейности в ограничени пространства;
2. Липса на план за работа при аварийни ситуации;
3. Неадекватно управление на дейностите при работа в ограничени пространства;
4. Недобра или липса на комуникацията между участниците в съответната работа и ръководителя на дейността;
5. Недостатъчен мониторинг на атмосферата по време на работа;
6. Ненавременен спасяване и евакуация;
7. Влизане на неоторизирани лица в ограниченото пространство;
8. Падане в ограниченото пространство;
9. Неадекватни действия по време на спасителни операции;
10. Липса или използване на неподходящо оборудване и ЛПС.

НОРМАТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ СВЪРЗАНИ С РАБОТА В ОГРАНИЧЕНИ ПРОСТРАНСТВА

Поради липса на нормативен документ регламентиращ работата в ограничени пространства дейностите свързани с работата в такива пространства се извършават на основание утвърдени вътрешно – фирмени процедури създадени в съответствие с нормативните изискванията заложили в различни законодателни документи и добрите световни практики. Нормативните документи регламентиращи работата в ограничени пространства в България са:

1. Наредба № 7 от 23.09.1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване - чл. 18
2. Наредба № 9 от 23.09.2004 г. за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд при експлоатация и поддържане на водоснабдителни и канализационни системи - Приложение № 1 към чл. 1, ал. 3

3. Наредба № 2 от 22.03.2004 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд при извършване на строителни и монтажни работи (чл. 47 и т. 1.3. на Приложение № 5 към чл. 2, ал. 2 - Извършване на изолационни и довършителни работи.
4. Наредба № 12 от 27 декември 2004 г. за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд при работа с автомобили (т. 7.11. на Приложение № 5 към чл. 1, ал. 2 - Работи по тролейбуси)
5. НАРЕДБА № РД-06-3 от 23 февруари 2022 г. за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд в черната и цветната металургия Чл. 58. и чл. 59.
6. Наредба за устройството, безопасната експлоатация и техническия надзор на съоръжения под налягане - чл. 198.
7. Правилник по безопасността на труда при заваряване и рязане на метали (Д-08-002) (чл. 419 и 427)
8. Правилник за безопасност и здраве при работа в електрически уредби на електрически и топлофикационни централи и по електрически мрежи (чл. 664)
9. Разпореждане № 93 от 21 октомври 2005 г. относно реда, задълженията, отговорностите и документирането на изпълнението на процедурите по влизането в затворени пространства на кораби

УПРАВЛЕНИЕ НА РИСКА ПРИ РАБОТА В ОГРАНИЧЕНИ ПРОСТРАНСТВА

Важен аспект за здравето и безопасността при работата в ограничени пространства е оценката на риска. Тя включва:

1. Класификация на трудовете дейности - идентифициране на това при какви дейности се налага влизане в съответното ограничено пространство.
2. Идентифициране на опасностите - какви опасности съществуват при влизането и възможно ли е в различни етапи на работа опасностите да са различни?
3. Определяне на работниците и служителите изложени на опасности.
4. Определяне елементите на риска - това ще зависи от вида на методиката, която ще се използва.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА ОПАСНОСТИТЕ

Идентификацията на опасностите преминава през два етапа:

1. По време на първия етап да се оцени всяко място, за което се предполага, че е "ограничено пространство" по следните показатели:

- Пространството е достатъчно голямо, за да влезе човек с тялото си (минимум глава и торс) за да извършва работа.
- Пространството не е предназначено за преминаване или престой на хора.
- Влизането и/или излизането от пространството са затруднени.

2. За всяко пространство, за което има положителен отговор на всеки от трите въпроса, преминаваме към втория етап на идентифициране - наличие на предвидима опасност. Кои опасности са предвидими?

- ✓ липса или недостиг на кислород;
- ✓ наличие на опасен газ, дим или пара;
- ✓ пожар и/или експлозии;
- ✓ високи температури, водещи до повишаване на телесната температура;
- ✓ внезапен пролив или наличие на течности;
- ✓ наличие на твърди материали, които течностите носят;
- ✓ привнесени опасности (следствие заваряване, изолационни работи и др.);
- ✓ потъване поради наличие на насипен материал (типично за силози);
- ✓ ниски температури;

- ✓ висока концентрация на прах;
- ✓ движещи се части и др.

МЕРКИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА РИСКА

Мерките за управление на риска при работа в ограничени пространства са свързани с прилагане на комплекс от профилактични мероприятия свързани с недопускане създаването на условия за възникване на аварии, инциденти и злополуки а именно:

1. Предварително освобождаване от съответния продукт.
2. Предварително почистване/промиване.
3. Предварително проветряване.
4. Извършване на контрол на вентилационната система и непрекъснато следене за правилното проветряване на ограниченото пространство.
5. Предварително продухване с инертен газ.
6. Предварителна проверка на концентрациите на кислород, запалими и токсични вещества (CH₄, H₂S; CO; CO₂; NH₃ и др.).
7. Преустановяване на технологичното хранване, изпразване и изолиране.
8. Предварителна инспекция, очукване, укрепване.
9. Осигуряване на подходящо допълнително осветление.
10. Поставяне на дежурен наблюдател и осигуряване на сигурна комуникация.
11. Определяне на дежурни наблюдатели извън ограниченото пространство.
12. Поставяне на оградения, знаци и табели.
13. Поставяне на капаци, решетки и люкове след приключване на работа така, че плътно да покриват отворите.
14. Почистване и дезинфекция (при необходимост) на замърсените площи около входа на ограниченото пространство.

ОБУЧЕНИЕ НА ЛИЦАТА, ВЛИЗАЩИ И РАБОТЕЩИ В ОГРАНИЧЕНОТО ПРОСТРАНСТВО

Съгласно Наредба № 9 от 23.09.2004 г. за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд при експлоатация и поддържане на водоснабдителни и канализационни системи лицата, влизащи и работещи в ограниченото пространство, преминават първоначално и ежегодно обучение за работа в ограничени пространства. В наредбата обаче не е посочена конкретна програма и продължителност на обучението. Задължително обаче е да има заповед за обучение, като съгласно изискванията на Наредба РД-07-2/16.12.2009 г., в заповедта се определят видовете обучения, лицата, които ще бъдат обучавани, обучаващите и програмата за обучение.

ОБУЧЕНИЕ НА ЛИЦАТА ИЗВЪРШВАЩИ СПАСИТЕЛНИ ДЕЙНОСТИ

Спасителните практики в симулирани или действителни пространства се изискват поне веднъж на една година. Спасителните екипи трябва да бъдат обучени за:

1. Използване на ЛПС и друго оборудване;
2. Безопасно изпълнение на спасителни и аварийни дейности;
3. Работа със спасителното оборудване;

Минималното спасителното оборудване включва - сбруи и линии за извличане, въжета с различна дължина, защитни каски, ръчна механична лебедка със статив, преносими стълби, взривозащитени осветителни тела, газанализатор, апарат за изкуствено дишане, дихателен апарат с автономно хранване (въздушен или кислороден), ръчни инструменти механизирани инструменти – клещи, резачки и др.

РАБОТА В ОГРАНИЧЕНО ПРОСТРАНСТВО

Работата в ограничени пространства трябва да започва с наряд - допуск за работа в ограничени пространства. Разрешението се дава от компетентно лице, което посещава мястото на работа, проверява условията за работа и възможностите за спасяване на пострададал и разрешава влизането в ограниченото пространство. Оценяват се всички опасности, свързани както с извършваната работа, така и със средата, в която тя се извършва. За всяка идентифицирана опасност се определят съответстващи мерки, които се разясняват преди разрешението за влизане.

ИЗИСКВАНИЯ ЗА БЕЗОПАСНОСТ ПРЕДИ ЗАПОЧВАНЕ НА РАБОТА

Преди започване на работа в ограничено пространство се изпълняват следните мероприятия:

1. Изготвяне на план за действие при аварийна ситуация.
2. Прилагане на разрешителен режим за влизане в ограничени пространства и съгласуване на действията на лицата определени да извършат работата в затвореното пространство с наблюдаващите лица.
3. Обезопасяване на пространството, чрез блокиране на всички движещи се механизми.
4. Проверка и контрол на съдържанието на кислород и други газове при работа в ограничени пространства.
5. Определяне вида и начина на комуникация между работещия в пространството и осигуряващия го – разговор, мобилна радиовръзка и др.
6. Провеждане на инструктажи и обучения по инструкцията за работа в ограничени пространства и правилата за оказване на първа помощ.
7. Осигуряване на необходимите лични предпазни средства за извършваната работа – ръкавици, очила, маска, но и специални ЛПС, като колан, въже и др.
8. Поставяне на предупредителни табели на входа на затворени пространства.
9. Ограничаване на достъпа на работници нямачи отношение към работата до затворени пространства, чрез използване на физически бариери.

ИЗИСКВАНИЯ ЗА БЕЗОПАСНОСТ ПО ВРЕМЕ НА РАБОТА

По време на работа:

1. Забранява се на работещите да влизат в ограниченото пространство без да са уведомили преките си ръководители и лицето определено за връзка с тях.
2. Забранява се извършването на работа в ограничено пространство без използване на лични предпазни средства и работни или специални облекла.
3. За осветление в ограниченото пространство задължително се използват преносими електрически лампи захранени с постоянно или променливо напрежение не по-високо от 12 V.
4. Ръчните и преносими електрически инструменти и преносимите трансформатори да се захранват с напрежение не по-високо от 24 V.
5. Влизането и излизането в ограничено пространство да се извършва с използване на стационарни стълби (там където са налични) или подходящи преносими стълби.
6. При извършване на електрозаваръчни работи в ограничено пространство да се използва гумена постелка, с цел да няма допир на тялото на работещия с металните повърхности.
7. При необходимост от използване на химични вещества, препарати, охлаждащи спрейове и други преди използването им работещите да се запознаят с указанията на производителя върху опаковката. Да не се допуска използване на открит огън при опасност от възникване на запалима или експлозивна смес.
8. Работещите в ограничени пространства трябва да следят непрекъснато за съдържанието на кислород и опасни вещества.
9. Осигуряване на комуникация с работещите в пространството.
10. Изолация на свързани съоръжения и дейности.

ИЗИСКВАНИЯ ЗА БЕЗОПАСНОСТ СЛЕД ПРИКЛЮЧВАНЕ НА РАБОТА

След завършване на работа:

1. Извършване на оглед на работното място.
2. Освобождаване на ограниченото пространство от работен инвентар и ЛПС.
3. Излизане от затвореното пространство.
4. Премахне на използваната преносима стълба.
5. Уведомяване на прекия ръководител за приключване на работата.
6. Затваряне и обозначаване на ограниченото пространство по подходящ начин

ИЗИСКВАНИЯ ЗА БЕЗОПАСНОСТ ПРИ ДЕЙСТВИЯ В АВАРИЙНА СИТУАЦИЯ

При възникване на аварийни ситуации:

1. Да се спазват изискванията на Плана за действие при аварийни ситуации при работа в ограничени пространства.
2. Да се предвидят средства за влизане и излизане и аварийно спасяване - триноги с лебедки, въжета и колани за цяло тяло, стълби и т.н.
3. Ограждане на работната зона с цел предпазване от падане на хора и поставяне на подходящи знаци и сигнали
4. Затваряне и обезопасяване с физически бариери на отворите, когато са без наблюдение.
5. При спасяване в зависимост от тежестта на спешната ситуация могат да се използват различни методи :
 - Самоспасяване;
 - Спасяване без влизане;
 - Спасяване с влизане;
 - Предприемане на мерки за оказване на първа (долекарска) помощ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Както вече стана ясно ограничените пространства са високо рискови по отношение на здравето и безопасността на работниците извършващи различни дейности в такива пространства. Високият риск се определя от това, че тези пространства не са проектирани за постоянна работа и много често тези пространства имат лоша вентилация или вентилацията изобщо липсва. Това създава предпоставки за образуване на опасни атмосфери, особено ако пространството е малко. От друга страна опасностите не винаги са очевидни и могат да се променят от едно влизане в ограниченото пространство към следващото. По този начин се създават условия за възникване на инциденти и злополуки. Именно това налага прилагането на различни по своята същност профилактични и оперативни мерки за идентификация на предвидимите опасности, които биха могли да създадат риск за безопасността и здравето, да се елиминира риска, доколкото това е осъществимо с разумни средства. Рисковете, които не могат да бъдат елиминирани се минимизират до приемливо ниво, като се спазват приоритетите и йерархията на мерките за управление. При необходимост мерките за управление на риска се преразглеждат и се прилагат нови, които да бъдат ефективни за да се поддържа безопасна и здравословна работна среда.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Наредба № 7 от 23.09.1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване
- [2] Наредба № 9 от 23.09.2004 г. за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд при експлоатация и поддържане на водоснабдителни и канализационни системи

- [3] Наредба № 2 от 22.03.2004 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд при извършване на строителни и монтажни
- [4] Наредба № 12 от 27 декември 2004 г. за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд при работа с автомобили
- [5] НАРЕДБА № РД-06-3 от 23 февруари 2022 г. за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд в черната и цветната металургия
- [6] Наредба за устройството, безопасната експлоатация и техническия надзор на съоръжения под налягане
- [7] Правилник по безопасността на труда при заваряване и рязане на метали (Д-08-002)
- [8] Правилник за безопасност и здраве при работа в електрически уредби на електрически и топлофикационни централи и по електрически мрежи
- [9] Разпореждане № 93 от 21 октомври 2005 г. относно реда, задълженията, отговорностите и документирането на изпълнението на процедурите по влизането в затворени пространства на кораби
- [10] Динчев З. „Контрол на системи за местно проветряване“ Годишник на Минно-геоложкия университет "Св. Иван Рилски" том 60, свитък II, Добив и преработка на минерални суровини, София, 2017 стр.43-47; (ISSN 2535-1184)
- [11] Kostadinova, N., D. Makedonska, B. Vladkova, Application of Fixed Fire Fighting Systems in Road Tunnels in Bulgaria, Proceedings of the 5th International Underground excavations symposium 5-6-7 June / Haziran 2023 – Istanbul / Turkiye, ISBN: 978-605-01-1568-0, pp. 477-488
- [12] Makedonska D., M. Michaylov. Need for fixed fire fighting systems in road tunnels. University of mining and geology "St. Ivan Rilski", Journal of mining and geological sciences, Volume 62, Sofia 2019, pp. 60-65, ISSN 1312-1820.
- [13] www.hse.gov.uk/pubns/indg258.pdf
- [14] A Guide to Safety in Confined Spaces - N.C. Department of Labor
- [15] Confined spaces Code of Practice – Safe Work Australia
- [16] Regulation 632/05: CONFINED SPACES
- [17] Confined Spaces Regulations 1997" - Health and Safety Executive

СЪВРЕМЕННИ ТЕНДЕНЦИИ И ПРАКТИКИ ЗА РАЗВИТИЕ НА МИННО – СПАСИТЕЛНОТО ДЕЛО В БЪЛГАРИЯ

инж. Спас Пенков
penkov.spas@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В България подземния добив на полезни изкопаеми, подземното минно и тунелно строителство, строителството на метрополитен и различни по своята същност хидротехнически съоръжения са едни от най - високо рисковите дейности. Специфичните условия на труд, ниската степен на предвидимост на процесите протичащи в скалния масив, използваната техника и механизация, прилаганите технологии на работа създават предпоставки за възникване на инциденти и злополуки. Вероятността за възникване на такива опасни събития е значително по – висока в сравнение с останалите отрасли на промишлеността. При аварии, инциденти и злополуки е необходимо извършване на различни дейности свързани с оказване на първа помощ на пострадали лица, евакуация на работниците, ограничаване развитието на аварията и ликвидиране на последиците от нея. Това поражда необходимостта от наличие на специализирани звена (минно – спасителни служби, доброволни команди или групи), обучени за работа при тежки условия. Спасителните звена трябва да притежават необходимото спасително оборудване, кислородно - дихателни и измервателни апаратури и задължителна специализирана транспортна техника. Важно значение е и наличието на нормативен документ, който да регламентира всички въпроси свързани с минно – спасителната дейност – предназначение на службите, състав, структура, задачи, изисквания към персонала, изисквания към оборудването и действия при различни аварийни ситуации.

ABSTRACT

Underground facilities demand some of the riskiest activities. Characteristic occupational safety, equipment usage, and poor predictability of rock mass processes create conditions for incidents and accidents. The likelihood of such hazardous events is significantly higher than that in other industries. Remediation efforts, such as medical first aid to injured people, staff evacuation, emergency mitigation, etc. are necessary to be performed. Therefore, specially trained units for difficult conditions, with proper rescue equipment, must be present at the site. Regulatory document for rescue activities is also necessary, describing service purpose, composition, structure, tasks, personnel, equipment, and actions in different emergency events.

ВЪВЕДЕНИЕ

В България подземния добив на полезни изкопаеми, подземното минно и тунелно строителство, строителството на метрополитен и различни по своята същност хидротехнически съоръжения са едни от най - високо рисковите дейности. Специфичните условия на труд, ниската степен на предвидимост на процесите протичащи в скалния масив, използваната техника и механизация, прилаганите технологии на работа създават предпоставки за възникване на инциденти и злополуки. Вероятността за възникване на такива опасни събития е значително по – висока в сравнение с останалите отрасли на промишлеността. При аварии, инциденти и злополуки е необходимо извършване на различни дейности свързани с оказване на първа помощ на пострадали лица, евакуация на работниците, ограничаване развитието на аварията и ликвидиране на последиците от нея. Това поражда необходимостта от наличие на специализирани звена (минно – спасителни служби, доброволни команди или групи), обучени за работа при тежки условия. Спасителните звена трябва да притежават необходимото спасително оборудване, кислородно - дихателни и измервателни апаратури и задължителна специализирана транспортна техника. Важно значение е и наличието на нормативен документ, който да регламентира всички въпроси свързани с минно – спасителната дейност – предназначение на службите, състав, структура, задачи, изисквания към персонала, изисквания към оборудването и действия при различни аварийни ситуации.

НОРМАТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ

Нормативните изисквания свързани с минно – спасителната дейност са регламентирани в три нормативни документа.

1. Наредба № 1 за спасителната дейност в мините, химическите и металургичните заводи в сила от 01.09.1978 г. Издадена от Централния съвет на българските професионални съюзи обн. ДВ. бр.56 от 18 Юли 1978г., обн. ДВ. бр.57 от 21 Юли 1978г. [1]

Като основанието за нейното издаване е от:

Преходни и заключителни разпоредби от цитираната наредба:

§ 2. Наредбата за спасителната дейност в мините, химическите и металургичните заводи се издава на основание чл. 4, ал. 4 от Кодекса на труда, т. 4 от Постановление № 15 на Министерския съвет и Централния съвет на Българските професионални съюзи за по-нататъшно подобряване охраната на труда (ДВ, бр. 58 от 1973 г.), Постановление № 56 на Министерския съвет за утвърждаване на организационна структура и Правилник за функциите и задачите на КТРЗ (ДВ, бр. 87 от 1976 г.) и инструкция № А-1-404 от 27 октомври 1967 г. на Министерския съвет за реда и начина на изработване и утвърждаване на държавни и ведомствени (отраслови) правилници и норми по безопасността на труда.

Въпросният чл.4 от КТ е отменен в ДВ бр. 26 и 27 от 1986 г., но тогава остава в сила дял III от КТ от 51 г., който е отменен, като това е отразено в ДВ бр. 110 от 17.12.1999 г., в сила от 1.01.2000 г., от която дата КТ от 51 г. е вече изцяло отменен. С това цитираната наредба става невалидна. [1]

2. Правилника за минноспасителната и газоспасителната дейност утвърдена със Заповед № 154 от 14.10.1994 г. на министъра на труда и социалните грижи (ДВ, бр. 91 от 4.11.1994 г.) е създаден като под нормативен документ на Наредба №1 за спасителната дейност в мините, химическите и металургичните заводи в сила от 01.09.1978 г., и с Решение № 5474 от 2 май 2017 г. на Върховния административен съд, се обявява за нищожен. [2]

С развитие на техниката и технологиите за водене на минни работи, спасителни и аварийно – възстановителни дейности налага този нормативен документ да бъде актуализиран. До момента обаче това не става. Станалата злополука през 2013 година в рудник „Ораново“ отново доказва за съжаление, че правилника е морално остарял и не отговаря на съвременните изисквания за водене на спасителна дейност, и въпреки направените опити след злополуката предложенията за актуализирането му това отново не стана и той остана да действа във вида, в който бе създаден. През 2017 година с Решение № 5474 от 2 май 2017 г. на Върховния административен съд, Правилника за минно - спасителната и газо - спасителната дейност се обявява за нищожен, (ДВ, бр. 91 от 4.11.1994 г.). [4]

3. НАРЕДБА № 9 от 16.12.1997 г. за общи правила за управление на дейността по осигуряване на безопасността и опазване здравето на работещите в мините.

В Наредба № 9 от 16.12.1997 г. за общи правила за управление на дейността по осигуряване на безопасността и опазване здравето на работещите в мините въпроса свързан със спасителната и аварийно - възстановителната дейност е регламентирана единствено в чл.10. ал.1 и ал.2:

Чл. 10. (1) За действие при аварии и за осигуряване спасяването и първа медицинска помощ на работещите работодателят създава екипи за действие при опасност - минноспасителни служби, които са съоръжени със съответната медицинска и друга техника.

(2) За ефективната дейност на екипите за действие при опасност се изисква:

1. създаване на организация за работата им;
2. обучение и тренировъчни упражнения по утвърдена програма;
3. периодична медицинска оценка за пригодност на лицата от екипите;
4. координация с местните власти;
5. осигуряване на подходяща система за комуникация. [3]

От направения анализ на нормативните изисквания, е видно, че в момента има само един единствен действащ нормативен документ свързан със спасителната дейност а именно Наредба № 9 от 16.12.1997 г. за общи правила за управление на дейността по осигуряване на безопасността и опазване здравето на работещите в мините. Наредбата дава широки възможности на работодателите сами да определят вида, състава и структурата на минно – спасителните служби, организацията им на

работа, вида на оборудването, спасителната и измервателна апаратура и т.н. Има обаче недостатък от липса на конкретика в извършването на спасителна и аварийно - възстановителна дейност. Измененията на минно- геоложките условия, използването на различни техники, технологии и процеси създават специфичност на възможните аварийни ситуации. Тези аварии могат да се определят с ниска степен на предвиждане, но с висок риск по отношение на безопасността. Това налага разработване на актуален нормативен документ с единни правила свързани с определяне на състав, структура, изисквания относно професионалната и физическа пригодност на персонала, вида на обученията на работниците и минните спасители, както и действията им при възникване на различни видове аварии.

СЪСТОЯНИЕ НА АВАРИЙНО СПАСИТЕЛНАТА ДЕЙНОСТ В БЪЛГАРИЯ

Минното дело в България и световен мащаб е високо рисков отрасъл. Вероятността от възникване на аварийни ситуации, инциденти и злополуки е голяма, а последствията могат да бъдат с голяма неопределеност. Съществуват и други високорискови дейности свързани с работа в подземни условия като тунелното строителство, строителството на подземни хидротехнически съоръжения, подземно градско строителство и метрополитен. Не по маловажно е и изграждането и експлоатацията на голям брой пътни тунели с голяма дължина. Трафикът през тези съоръжения създава също риск от възникване на аварийни ситуации – катастрофи, пожари на МПС, срутвания, свличания, пропадания, спиране на транспортни пътища и т.н. Не по-малко важен е въпроса свързан с железопътните тунели, където риска за безопасността е също висок. Именно тези факти налагат създаване на специализирани звена за действие при аварии при специфични условия.

През последните години в минният отрасъл някои минно – спасителни служби бяха ликвидирани, други бяха реструктурирани в полупрофесионални, трети бяха заменени с доброволни минно – спасителни групи. Станалата злополука в мина „Ораново“ отново доказа, че доброволните минно – спасителни групи нямат необходимия опит и подготовка на професионалните. Причината е както липсата на достатъчно обучения и тренинг, така и на апаратура необходима за работа при специфични подземни условия. Не на последно място по значение и слабия интерес и отговорност от страна на доброволните спасители. Понастоящем за работа при аварийни ситуации в подземни условия има налични шест спасителни служби и доброволни минно спасителни групи, обслужващи различни дружества от минно – добиваният отрасъл. Това са Минно – спасителните служби в „Горубсо – Мадан“ АД, „Дънди Прешъс Металс Челопеч“ ЕАД, „Лъки Инвест“ АД, „Гипс“ АД, „Асарел Медет“ АД и „Елаците Мед“ АД. В структурно отношение това са професионални и полупрофесионални спасителни звена, като всяка разполага с необходимата техника и апаратура за оказване на първа помощ и ликвидиране на последствия от бедствия и аварии, но само за територията на дружеството, от която те са част. Много значим е въпроса свързан със строителството и експлоатацията на други подземни обекти несвързани с минно добиваният отрасъл (тунели, хидротехнически съоръжения, подземно градско строителство и метрополитен). Когато се налага аварийно спасителни действия по време на изграждане и експлоатацията на такива обекти се извършват единствено от екипи на служба „ПБЗН“ и „Спешна помощ“. Въпроса е „До колко е адекватна, безопасна и полезна тази помощ?“. Служителите на служба „ПБЗН“ и тези на „Спешна помощ“ нямат необходимата подготовка, техника и оборудване за оказване на помощ при аварийни ситуации в подземни условия. При аварийни ситуации в подземните обекти има голямо значение и адекватното управление на вентилацията. За това се изискват специални познания относно контролиране на въздушните потоци в подземни условия. По този начин стои и въпроса при аварията с природен характер - падане, срутване, свличане на земни и скални маси, водни, кални и водокални пробиви, пропадания в резултат на природни явления или злоумишлени действия. Общо казано липсата на знания, достатъчна практика и оборудване за работа при специфични условия може да доведе до допълнителен риск, както за пострадалите така и за спасителните екипи на „ПБЗН“. За да не се стига до това и да се извършват адекватни действия при бедствия и аварии е необходимо наличие на специализирани звена подготвени за работа по определени програми, които да имат достатъчен аварийен тренинг и необходимо специфично оборудване. [6]

От фактите казани до тук е ясно, че възниква необходимост от създаване на специализирани професионални звена, чиято дейност да е насочена за специфична работа в подземни условия при строителството и експлоатацията на тунели, хидротехнически съоръжения, подземно градско строителство и метрополитен.

ТЕНДЕНЦИИ ЗА РАЗВИТИЕ НА МИННО - СПАСИТЕЛНАТА ДЕЙНОСТ

Основните тенденции за развитие на минно – спасителната дейност в страната е създаване на Централна минно – спасителна служба, която да бъде част от структурата на МВР и Министерството на труда и социалната политика. Службата трябва да бъде оборудвана със съответната техника и апаратура за работа при специфични условия, специализирани моторни превозни средства със специален режим на движение за придвижване до мястото на аварията и транспорт на пострадали до съответното здравно заведение. Службата трябва има необходимият брой персонал обучен по специализирани програми, които да обхващат различни знания свързани с гасене на пожари в подземни условия, управление на вентилация, продължителна работа в непригодна за дишане среда с използване на апарати за дихателна защита, работа при изсипвания, свличания, пропадания, водни и водо-кални пробиви, оказване на първа помощ при тежки производствени условия и т.н. За да може спасителите за максимално кратко време да достигат до мястото на възникналата авария, избора на място трябва да бъде съобразено с времето за достигане до най - отдалечената точка в страната, където се извършва дейност в подземни условия независимо от това дали е добив на полезни изкопаеми, строителство на тунели или хидротехнически съоръжения. Факторите определящи времето за достигане до местоположението на авария ще зависи от разстоянието до съответният обект, вида състоянието на пътя (магистрала, първокласен или второкласен път), трафика, годишния сезон, особености на пътя и околната среда. Със създаване на Централна минно-спасителна и аварийна служба, отделно във всяко дружество ще е необходимо да има създадено спасително звено за извършване на аварийно възстановителни действия до пристигане на професионалните спасители от службата. Това е необходимо защото най – важни за спасителните операции са първите минути от възникване на аварията. Това е и причината за създаване на такова звено в различните дружества, като вида на звеното - доброволна група или полу – професионално формирование се определя от всеки работодател индивидуално. Звената трябва да бъдат оборудвани с най-необходимата кислородно- дихателна, спасителна и измервателна апаратура за работа в тежки условия и непригодна за дишане среда. Много важно значение за минно– спасителната дейност има и създаване на актуален нормативен акт, който да регламентира областта на приложение, дейността на службата, състава и структурата, оборудването, обучението и действията на спасителите при различни видове аварии.

Чрез използване на дроне може да се получи информация за опасни зони свързани с наличие на разломи и пукнатини, за движението на скални маси, за надвиснали скални късове, нарушения по крепежа, наличие на вредни и опасни газове и други условия създаващи предпоставки за аварии и злополуки. Получената информация дава възможност за планиране и прилагане на подходящи превантивни и оперативни мерки свързани с елиминиране или намаляване на риска за здравето безопасността на работниците. Не по-маловажно е и използването на дроне и при аварийни ситуации – пожари, експлозии, водни и кални пробиви, свличане на земни и скални маси и т.н. На основание на получената информация при извършеното обследване могат да се прилагат адекватни мерки за спасяване на пострадали работници, ограничаване развитието на аварията и ликвидиране на последиците от нея. Една от новите тенденции в минно-спасителното дело е използване на автоматизирани и дигитални технологии. Използване на роботи, дроне и автоматизираните системи за мониторинг в спасителните операции позволяващи достъп до труднодостъпни и опасни зони, като същевременно минимизират риска за спасителите. Чрез използване на дроне може да се получи информация за опасни зони свързани с наличие на разломи и пукнатини, за движението на скални маси, за надвиснали скални късове, нарушения по крепежа, наличие на вредни и опасни газове и други условия създаващи предпоставки за аварии и злополуки. Получената информация дава възможност за планиране и прилагане на подходящи превантивни и оперативни мерки свързани с елиминиране или

намаляване на риска за здравето безопасността на работниците. На основание на получената информация при извършеното обследване могат да се прилагат адекватни мерки за спасяване на пострадали работници, ограничаване развитието на аварията и ликвидиране на последиците от нея. [7]

Управлението на дронове обаче в подземни условия е значително по - сложно в сравнение с управлението на открито. Недоброто направляване на БЛА създава риск както за степента на изпълнимост на планираните за изпълнение задачи така и за коректността на получените резултати. [8]

С непрекъснатото развитие на минната индустрия, обучението и квалификацията на спасителите да се адаптира към новите изисквания и стандарти, внедряване на симулационни тренировки, виртуална реалност и други иновативни методи, които да подобряват подготовката и реакцията на спасителите в реални аварийни ситуации.

Фокусът върху здравето и безопасността на работещите в подземни условия продължава да е основен приоритет. Новите технологии за мониторинг на жизнените показатели на миньорите в реално време, както и усъвършенстваните системи за вентилация и контрол на замърсяванията, допринасят за по-добра защита и превенция от аварии.

Нормативните изисквания в областта на минното спасително дело е необходимо също да претърпят изменения с цел адаптиране към новите технологии и международни стандарти, което включва по-строги изисквания за безопасност, подобряване на процедури за аварийно реагиране и засилено сътрудничество между различни институции.

ИЗВОДИ:

Спасителните мероприятия като цяло имат комплексен характер. За постигане на добри резултати и намаляване на времето за провеждане на спасителни и аварийно – възстановителни действия в подземни условия е необходимо създаване на специализирано звено – Централна минно – спасителна служба. Поради специфичния характер на областта на действие, това звено трябва бъде обучено по специално разработени програми, които обхващат различни аспекти – пожарна безопасност, работа в ограничени пространства, работа на височина, работа в непригодна за дишане среда и т.н. Освен това много важно е службата да има необходимото самоходно и стационарно оборудване, подходящите машини, инструменти и приспособления към тях, както и съответната измервателна техника. Това ще даде възможност за бърза и адекватна реакция при различни аварийни ситуации. Всичко това ще доведе до увеличаване на успеваемостта при спасителните работи, повиши сигурността и сведе до минимум риска в работата при спасителни операции.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Наредба № 1 за спасителната дейност в мините, химическите и металургичните заводи в сила от 01.09.1978 г. Издадена от Централния съвет на българските професионални съюзи обн. ДВ. бр.56 от 18 Юли 1978г., обн. ДВ. бр.57 от 21 Юли 1978г.
- [2] Правилника за минно - спасителната и газо - спасителната дейност утвърдена със Заповед № 154 от 14.10.1994 г. на министъра на труда и социалните грижи (ДВ, бр. 91 от 4.11.1994 г.) и с Решение № 5474 от 2 май 2017 г. на Върховния административен съд, се обявява за нищожен,
- [3] НАРЕДБА № 9 от 16.12.1997 г. за общи правила за управление на дейността по осигуряване на безопасността и опазване здравето на работещите в мините
- [4] Решение № 5474 от 2 май 2017 г. на Върховния административен съд
- [5] Закон за МВР
- [6] Александър Крилчев „Състояние и перспективи на развитие на минно – спасителното дело в България“
- [7] Александър Крилчев „Насоки на използване на безпилотни летателни апарати в миннодобивния отрасъл“ – Списание „Минно дело и геология“ – Брой 5 -6 2024 ISSN 0861 – 5713
- [8] Александър Крилчев „Разработване на прототип на дрон за работа в подземни условия“ - 67-ма Международна научна конференция на. МГУ „Св. Иван Рилски“

СЪВРЕМЕННО СЪСТОЯНИЕ НА ТЕХНОЛОГИЯТА ИН СИТУ ИЗЛУЖВАНЕ (ISL) ЗА ДОБИВ НА МЕД И УРАН

Георги Савов*, savov.georgi@gmail.com
Иван Гюров*, ivangurov52@gmail.com

IN SITU TECHNOLOGY FOR COPPER AND URANIUM RECOVERY. CURRENT STATE OF ART

Georgi Savov*, savov.georgi@gmail.com
Ivan Guyrov*, ivangurov52@gmail.com
Premiatec Ltd, 14, 190-th street, 1756 Sofia, BG <https://premia-tec.eu>

ABSTRACT

In situ leaching (ISL) technology, also known as in situ mining (ISR), has become an important method of extracting minerals such as copper and uranium from ore bodies without the need to use traditional mining techniques. This article offers an overview of the current state of ISL copper and uranium technology, looking at the fundamentals, technological advancements, environmental considerations, economic aspects, and challenges. The review draws input from recent studies and current practices to present an up-to-date understanding of ISL's role in mineral extraction.

Въведение

Този доклад прави преглед на глобалните практики на излужване in-situ, като се фокусира върху извличането на мед и уран. Той разглежда технологичния и технически напредък, съображенията за околната среда, икономическата жизнеспособност и казуси от различни региони, където ISL се прилага.

Принципи на Ин Ситу излужване

Ин ситу или излужване на мястото на залягане (ISL) е минно-добивен процес, използван за извличане на минерали като мед и уран чрез система от сондажи директно в находището. В редица проекти е разпространено и наименованието ин ситу извличане (In Situ Recovery - ISR)=

За разлика от традиционните методи за добив, ISL не включва физическо извличане на руда от земята, а разчита на химически процеси за разтваряне на минералите на мястото на залягане, които след това във вид на продуктивни разтвори се изпомпват на повърхността за преработка и извличане [1]. Тази техника се наложи в практиката поради намаления си екологичен отпечатък, по-ниските капиталови разходи и способността да се преработват рудни тела, които биха били икономически неефективни за отработване с конвенционални методи[2].

ISL работи на принципа на хидрометалургията, при който разтвор с подходящ състав за излужване (разтворител) се инжектира в рудното тяло чрез напорни производствени сондажи, за да разтвори целевите минерали. Разтворът, наситен със соли на целевите метали, след това се извлича чрез изпомпващи производствени сондажи. За мед разтворителят обикновено е слабокисел разтвор, най-често на сярна киселина, докато за уран могат да се използват както киселинни, така и алкални разтвори в зависимост от състава на рудата [1].

Технология на ISL (ISR)

1. Общи сведения

ISL за извличане на мед е разработен основно за оксидни и вторично-сулфидни находища. Техниката включва инжектиране на разтвор за излужване, обикновено сярна киселина, в рудното тяло чрез

* Премиатех ООД, София 1756, ул. 190-та №14, <https://premia-tec.eu>

сондажи, разтваряне на медните минерали в рудното тяло и след това извличането ѝ от набогатения излужващ разтвор (PLS) [3]. ISL се превърна в доминиращ метод за извличане на уран, представляващ значителна част от световното производство на уран чрез ISL. Процесът е подходящ за уранови находища в пясъчници, където рудата е пропусклива и урановите минерали са разтворими както в киселинни, така и в алкални разтвори [4].

2. Технологични постижения

Последните технологични постижения в ISL за мед се фокусират върху подобряване на извличането и намаляване на екологичния отпечатък. Иновациите включват:

- **Подобрени разтворители:**

Разработване на по-ефективни разтвори за излужване, които увеличават скоростта на разтваряне на медните минерали и минимизират разхода на химикали [5, 6, 7].

- **Дизайн и управление на сондажните полета:**

Подобрени методи за дизайн и управление на сондажните полета, които повишават ефективността на разпределението на разтворителя и извличането на PLS, намалявайки оперативните разходи [8, 9].

- **Системи за мониторинг и контрол:**

Интегрирането на системи за мониторинг в реално време и автоматизирани контроли позволява прецизно управление на процеса на излужване, оптимизиране на добива и намаляване на риска от замърсяване на околната среда [9].

Ключовите постижения в технологията ISL за уран включват:

- **Геохимическо моделиране:**

Подобрено разбиране на геохимическите взаимодействия между разтворителя и рудното тяло е довело до по-ефективни протоколи за излужване и по-високи добиви [2].

- **Смола в пулп (RIP) и екстракция с разтворители:**

Напредък в технологиите за извличане като RIP и екстракция с разтворители подобриха ефективността и икономиката на извличането на металите от PLS [9, 10].

- **Екологични мерки за безопасност:**

Разработване на по-усъвършенствани системи за мониторинг на околната среда и стратегии за смекчаване на въздействието върху околната среда, за да се адресират опасенията относно замърсяването на подземните води и екологичните въздействия [10, 11].

3. Иновации в оборудването за ин ситу излужване

През последното десетилетие оборудването за ин ситу излужване претърпя значителни подобрения, което доведе до по-ефективни и екологосъобразни операции.

- **Модернизация на сондажното оборудване:**

Една от основните области на иновации е свързана с подобряване на сондажното оборудване, използвано за прокаране и инсталиране на инжекционни и производствени сондажи.

Новите сондажни платформи са по-мобилни и изискват по-малко повърхностна инфраструктура, което намалява екологичния отпечатък на операциите. Автоматизираните системи за сондиране също са интегрирани, което повишава скоростта и точността на сондирането, като същевременно намалява риска от човешка грешка [9, 10, 13].

- **Интелигентни системи за управление на сондажите:**

С напредъка в сензорните технологии и анализа на данни, интелигентните системи за управление на сондажите се превръщат в стандарт. Тези системи използват сензори в реално време за мониторинг на налягането, дебита и химичния състав на разтворите за излужване. Данните се анализират чрез алгоритми за машинно обучение, което позволява оптимизиране на процесите на излужване и подобряване на ефективността на добива [9, 13].

- **Устойчиви материали за оборудване:**

Разработването на нови материали, като устойчиви на корозия сплави и полимери, удължи експлоатационния живот на оборудването, използвано в ISL операции. Например, използването на устойчиви на киселини и основни материали за тръби и помпи намали честотата на подмяна на оборудване и намали общите разходи за поддръжка.

- **Мобилни системи за обработка на място:**

Мобилните системи за обработка позволяват на операторите да извършват първоначална обработка на добития PLS на място, което намалява нуждата от транспортиране на големи обеми разтвор до централни съоръжения за обработка. Тези мобилни системи са проектирани да бъдат енергийно ефективни и могат да бъдат разположени бързо в различни локации в рамките на дадено находище [2].

- **Хибридни технологии:**

Хибридните технологии представляват интегриран подход, който съчетава различни иновации в областта на ISL. Тези технологии обединяват традиционни методи за излужване с нови подходи за подобряване на ефективността и устойчивостта на процеса. Например, комбинацията от ISL с биотехнологии и нанотехнологии предлага нови възможности за оптимизиране на извличането на минерали и намаляване на употребата на химикали. Хибридният подход също така включва интегриране на технологии за извличане, които подобряват управлението на отпадъчните води и минимизират екологичния отпечатък [2, 3]. Тези иновации позволяват на ISL да отговори на нарастващите изисквания за устойчивост и ефективност в минната индустрия.

Случаи от практиката

1. Някои типични примери за успешно ин ситу извличане на мед:

- **San Manuel Mine и Miami Mine, САЩ – стари оператори**

Тип руда: Нискосортни окислени и смесени медни руди, включително хризокола и малахит.

Разтвор за излужване: Разтвор на сярна киселина (H_2SO_4), обикновено с концентрация 5-15 г/л.

Ефективност на извличане: Процентът на извличане на медта варира между 50% и 70%, в зависимост от проницаемостта на рудата и ефективността на разтвора за излужване.

- **Gunnison Copper Project, САЩ – стартирал 2010 год. В пробна експлоатация към момента.**

Тип руда: Окислени медни руди, предимно хризокола. Средно съдържание на мед 0,29% при борд 0,05%. Планирано общо извличане – до 48% от медното съдържание в рудното тяло.

Разтвор за излужване: Сярна киселина, обикновено с концентрация от 10 г/л, за оптимизиране на разтварянето на медта при минимизиране на разхода на киселина.

Методи за инжектиране и извличане: Проектът използва мрежа от инжекционни и изпомпващи сондажи, разположени на приблизително 60 метра един от друг. Дълбочината на сондажите варира от 120 до 180 метра.[18]

- **Florence Copper Project, САЩ – в етап на строителство. Планиран пуск от 2025 година**

Тип руда: Окислени медни руди, предимно хризокола и куприт.

Разтвор за излужване: Сярна киселина, обикновено с концентрация от 10 г/л, за оптимизиране на разтварянето на медта при минимизиране на разхода на киселина.

Методи за инжектиране и извличане: Проектът използва мрежа от инжекционни и изпомпващи сондажи, разположени на приблизително 60 метра един от друг. Дълбочината на сондажите варира от 120 до 180 метра

Ефективност на извличане: Пилотните тестове показват, че извличането надвишава 70%, с потенциал за по-нататъшна оптимизация, когато проектът достигне търговски мащаб. [19]

- **Lomas Bayas Mine, Чили**

Тип руда: Медни руди с ниско съдържание на мед, включително атакамит и хризокола.

Разтвор за излужване: Сярна киселина, обикновено с концентрация около 8-12 г/л.

Методи за инжектиране и извличане: Подземно излужване, използвайки мрежа от инжекционни сондажи, разположени в решетка с разстояние около 60 метра между тях и изпомпващи сондажи, стратегически разположени за оптимално извличане на разтвора.

Ефективност на извличане: Ефективно извличане на мед около 70%, с продължаващи усилия за оптимизация на консумацията на киселина и управлението на разтвора.

- **Sañariaco Norte Project, Перу**

Тип руда: Вторични сулфидни руди, включително халкозин.

Разтвор за излужване: Експериментална употреба на излужващи агенти, които могат да включват железен сулфат или хлоридни разтвори, предвид трудната природа на сулфидните руди.

Състояние: В момента е в изследователска фаза, като потенциалното разстояние между сондажите и дизайнът все още се оценяват..

- **Mount Gordon Mine, Австралия**

Тип руда: Смесени оксидни и сулфидни медни руди, включително малахит, хризокола и халкозин.

Разтвор за излужване: Сярна киселина с концентрации, адаптирани към конкретния тип руда, често между 5-15 г/л.

Методи за инжектиране и извличане: Хибриден подход, използващ както подземни сондажи за излужване, така и купово излужване, за да се максимизира извличането на мед.

Проектиране на сондажи: Специализирани сондажи, за да се приспособят към различната химия на рудното тяло и агресивния характер на излужващите агенти.

Ефективност на извличане: Варира значително, като окислените руди показват по-добро - до 70%, а сулфидните руди представят повече предизвикателства и по-ниско извличане - около 50%.

2. Проблемни проекти за ин ситу извличане на мед:

- **Crownpoint, САЩ**

Тип руда: Смесени оксидни и сулфидни руди, предимно малахит и малко количество халкопирит.

Разтвор за излужване: Слаби разтвори на сярна киселина, но наличието на карбонатни минерали води до прекомерна консумация на киселина.

Методи за инжектиране и извличане: Геоложките усложнения предизвикват неравномерно разпределение на разтвора за излужване.

Проектиране на сондажи: Сондажите са разположени на приблизително 40 метра един от друг, но често се запушват поради отлагането на гипс и други минерали.

Ефективност на извличане: Променливо, вариращо от 30% до 50%, засегнато от непредвидимата природа на потока на разтвора и образуването на непроницаеми бариери в рудното тяло.

- **Zonia Mine, САЩ**

Тип руда: Окислени медни руди с ниско съдържание на мед и значително количество силикати и глини.

Разтвор за излужване: Сярна киселина, но високото съдържание на глина причинява значителна консумация на киселина и лоша филтрация.

Методи за инжектиране и извличане: Мрежа от инжекционни и изчерпващи сондажи, но слабата пропускливост на рудното тяло води до канализация и неравномерно излужване.

Проектиране на сондажи: Сондажите са разположени на около 60 метра, но дизайнът не отчита хетерогенната природа на находището, водейки до субоптимален контакт с киселината.

Ефективност на извличане: Под 30%, главно поради неефективно разпределение на разтвора и висока консумация на киселина от вредни минерали.

- **Copper Flats, Ню Мексико, САЩ**

Тип руда: Смесени оксидни и сулфидни руди, включително висока концентрация на пирит.

Разтвор за излужване: Сярна киселина с добавен железен сулфат, високото съдържание на пирит консумира киселина и генерира железни сулфати, които възпрепятстват извличането на мед.

Методи за инжектиране и извличане: Серия от сондажи, непоследователни резултати поради непредсказуемите характеристики на рудата.

Ефективност на извличане: Общо под 35%.

- **Santa Rita Project, САЩ**

Тип руда: Предимно вторични сулфидни руди с ниска пропускливост, включително ковелин и халкозин.

Разтвор за излужване: Сярна киселина, комбинирана с железен сулфат за излужване на сулфидни минерали, но ниската пропускливост силно ограничава проникването на разтвора.

Методи за инжектиране и извличане: Инжекционни сондажи са инсталирани, но ниската пропускливост на рудата води до слабо извличане и висока консумация на киселина.

Проектиране на сондажи: Сондажите са разположени на около 70 метра разстояние; въпреки това, плътната формация изисква по-близко разстояние, което не е икономически изгодно.

Ефективност на извличане: Под 30%, тъй като разтворите за излужване не успяват да проникнат адекватно и да мобилизират медта от рудното тяло.

- **San Antonio Mine, Чили**

Тип руда: Нискокачествени смесени оксидни и сулфидни медни руди, предимно атакмит и халкопирит.

Разтвор за излужване: Разтвори на сярна киселина, но високите нива на хлориди в рудата водят до проблеми с корозията и неефективно излужване.

Методи за инжектиране и извличане: Сложната геология на рудното тяло води до неравномерно разпределение на разтвора и висока консумация на киселина.

Проектиране на сондажи: Сондажите са поставени на приблизително 50 метра един от друг, но срещат сериозни проблеми с корозията поради условия, богати на хлориди, водещи до чести проблеми с поддръжката.

Ефективност на извличане: Ниско - от 25-35%, повлияно от слаб поток на разтвора, висока консумация на киселина и предизвикателства с поддръжката поради корозия.

3. Успешни проекти по ин-ситу извличане на уран

- **McArthur River Mine, Канада**

Тип на руда: Уранови находища в пясъчници с високо съдържание.

Разтвор за извличане: Киселинни разтвори с оптимизирани добавки.

Процент на извличане: До 98%.

Подробности: Един от най-големите и високо оценени уранови мини в света, известен с ефективни ISL техники и високи проценти на извличане.

- **Ranger Mine, Австралия**

Тип на руда: Уранови находища, свързани с необратими скали.

Разтвор за извличане: Силни сулфурни киселинни разтвори.

Процент на извличане: Приблизително 85-90%.

Подробности: Мината Ranger е ключов играч в индустрията за уран, използваща напреднали ISL технологии и ефективно управление на разтворите.

- **South Inkai Project, Казахстан**

Тип на руда: Уранови находища в пясъчници.

Разтвор за извличане: Напреднали киселинни разтвори, пригодени за уранови находища с високо съдържание.

Процент на извличане: 90-95%.

Подробности: Известен със своите високи проценти на извличане и напреднали ISL техники.

- **Honeymoon Uranium Project, Австралия**

Тип на руда: Уранови находища в пясъчници.

Разтвор за извличане: Персонализируеми киселинни разтвори.

Процент на извличане: 85-90%.

Подробности: Проектът Honeymoon демонстрира успешни ISL операции с ефективно управление на подземните води и проектиране на полетата на сондажите.

- **Kintyre Project, Австралия**

Тип на руда: Уранови находища в пясъчници.

Разтвор за извличане: Киселинни разтвори, оптимизирани за специфични характеристики на рудата.

Процент на извличане: Приблизително 88-92%.

Подробности: Проектът Kintyre е успешен благодарение на иновациите в дизайна на сондажите и ефективното прилагане на разтворите.

- **Central Mynkuduk, Казахстан**

Тип на руда: Уранови находища в пясъчници.

Разтвор за извличане: Киселинни разтвори с добавки.

Процент на извличане: Около 92%.

Подробности: Известен със своите ефективни ISL операции, включително оптимизиране на полето на сондажите и управление на разтворите.

- **Zarechnoye Uranium Mine, Русия**

Тип на руда: Уранови находища в пясъчници.

Разтвор за извличане: Киселинни разтвори с променливи съставки.

Процент на извличане: 85-90%.

Подробности: Мината постига успех благодарение на персонализираните разтвори за извличане и дизайна на полето на сондажите.

- **Pridneprovsky Uranium Mine, Русия**

Тип на руда: Уранови находища в пясъчници.

Разтвор за извличане: Персонализирани киселинни разтвори.

Процент на извличане: Около 90%.

Подробности: Операцията е известна със своето добре проектирано поле на сондажите и ефективни стратегии за управление на разтворите.

- **Lost Creek Project, Wyoming, САЩ**

Тип на руда: Уранови находища в пясъчници.

Разтвор за извличане: Алкални и киселинни разтвори, в зависимост от характеристиките на рудата.

Процент на извличане: Приблизително 90%.

Подробности: Проектът Lost Creek е признат за успешната си реализация на ISL техники и системи за мониторинг.

- **Millenium Project, Канада**

Тип на руда: Уранови находища в пясъчници.

Разтвор за извличане: Сулфурни киселинни разтвори.

Процент на извличане: 85-90%.

Подробности: Известен със своето високо съдържание на руда и ефективни ISL практики, включително оптимизиране на дизайна на сондажите и прилагането на разтворите.

4. Проблемни проекти по ин-ситу извличане на уран

- **Jabiluka Project, Австралия**

Тип на руда: Уранови находища, свързани с необратими скали.

Предизвикателства: Проблеми с околната среда и регулаторни въпроси.

Подробности: Проектът Jabiluka е изправен пред значителни закъснения и трудности поради екологични проблеми и опозиция, което влияе на неговия успех.

- **Nabarlek Uranium Mine, Австралия**

Тип на руда: Уранови находища в разтрошени скали.

Предизвикателства: Висока променливост на рудата и предизвикателна геохимия.

Подробности: Мината се е сблъскала с висока променливост на градацията на рудата и предизвикателни условия за извличане, което е повлияло на процента на извличане.

- **Cigar Lake Mine, Канада**

Тип на руда: Висококачествени, необратимо свързани уранови находища.

Предизвикателства: Технически трудности със стабилността на мината и управлението на подземните води.

Подробности: Въпреки високото съдържание на уран, мината се е сблъскала с технически проблеми, свързани с контрола на подземните води и стабилността на мината.

- **Kuzylkum Project и Akbastau Mine, Казахстан**

Тип на руда: Уранови находища в пясъчници.

Предизвикателства: Проблеми с консистенцията на рудното тяло и ефективността на извличането. Проблеми с разпределението на разтворите и консумацията на киселини.

Подробности: Проектът се е сблъскал с трудности с променливите характеристики на рудното тяло и предизвикателства в постигането на висока ефективност на извличане. Проблемите с разпределението на разтворите за извличане и висока консумация на киселини са повлияли извличането и общия успех на проектите.

Екологични съображения

Въпреки че ISL има по-малко въздействие върху околната среда в сравнение с традиционните методи за добив, има опасения относно потенциалното замърсяване на подземните води. Контролът върху движението на разтворителите и извличането на аквиферите след приключване на операцията остават критични екологични проблеми [16]. Технологии за ин ситу неутрализация и биоремедиация се проучват за справяне с тези проблеми [7, 8]

Икономически аспекти

Технологията на ISL предлага икономически предимства, особено по отношение на по-ниските капиталови и оперативни разходи. Липсата на конвенционални минни и преработващи операции намалява нуждите от инфраструктура, а възможността за мащабиране на ISL позволява гъвкави производствени нива [12, 16]. Въпреки това икономическата жизнеспособност на ISL зависи от редица фактори, включително качество на рудата, пропускливост на находището и консумация на разтворител и др. [8, 12].

1. Компоненти на разходите

Основните компоненти на разходите за ISL включват разработване на сондажните полета, химикали за излужване и инфраструктура за извличане. Напредъкът в автоматизацията и системите за контрол помогна за намаляване на оперативните разходи чрез оптимизиране на използването на химикали и подобряване на ефективността на добива [6,16].

2. Пазарна динамика

Пазарната динамика за мед и уран значително влияе върху приемането на ISL технологията. Нарастващото търсене на по-чисти енергийни източници увеличи цените на урана, подпомагайки разширяването на ISL операциите [10]. Обратно, колебанията в цените на медта принудиха операторите на ISL да се съсредоточат върху подобрения в ефективността и намаляване на разходите [5].

Предизвикателства и бъдещи насоки

Всеки един проект демонстрира уникални технологични подходи, съобразени със специфичните геоложки и минералогични характеристики на рудните тела. Технологиите за подземно излужване (ISL) се различават значително в зависимост от фактори като тип руда, дълбочина, проницаемост и желано извличане. Успехът на ISL зависи от оптимизирането на редица фактори, включително проектиране на сондажи, състав на разтвора за излужване и конфигурацията на инжекционни и изчерпващи сондажи.

1. Общите предизвикателства, пред които са изправени всички оператори за подземно излужване включват:

Степен на пропускливост на рудата: Много находища имат руди с ниска пропускливост, което води до недостатъчен поток на разтвора и ниски степени на извличане на медта.

Консумация на разтворител: Наличието на минерали, които консумират киселина, като глини, карбонати и пирит, значително увеличава консумацията на киселина, намалявайки ефективността на излужването.

Геоложка сложност: Хетерогенните рудни тела и сложната геология причиняват неравномерно разпределение на разтворите за излужване, което води до ниски степени на извличане.

Проблеми с проектирането на сондажи: Недостатъчното разстояние и дизайн на сондажите, както и екологични проблеми като загуба на разтвори, което намалява ефективността на операциите.

Химия на разтворите: Неефективните разтвори за излужване и слаба адаптивност към специфичната минералогия на рудното тяло могат да доведат до ниско извличане на медта.

Тези фактори подчертават важността на цялостни геоложки и хидроложки оценки, както и адаптивно внедряване на технологиите за осигуряване на успеха на проектите за подземно излужване.

Докато ISL представлява жизнеспособна алтернатива на конвенционалния добив, остават

2. Главните предизвикателства:

- **Подходящост на находището:**

ISL е ограничен до специфични геоложки условия, където рудното тяло е пропускливо и целевите минерали са разтворими в избрания разтворител [2].

- **Екологични разпоредби:**

Строгите екологични разпоредби, особено по отношение на защитата на подземните води, могат да ограничат операциите на ISL [6].

- **Технологични ограничения:**

Въпреки че е постигнат напредък, са необходими текущи изследвания за подобряване на ефективността на разтворителя, управлението на сондажните полета и процесите на извличане [8,12,14,15,17].

3. Бъдещите насоки за развитието на ISL технологията включват:

- **Нанотехнологии и биотехнологии:**

Изследване на използването на наноматериали и микроорганизми за подобряване на добива на минерали и намаляване на потреблението на химикали [7, 8, 17].

- **Дигитализация:**

Използване на големи данни, изкуствен интелект и машинно обучение за подобряване на оптимизацията на процесите и намаляване на въздействието върху околната среда [8].

- **Устойчивост:**

Интегриране на устойчиви практики в операциите на ISL за минимизиране на екологичния отпечатък и осигуряване на дългосрочна жизнеспособност [2, 7, 8].

Заклучение

Технологията на ISL за мед и уран се разви значително през последните няколко десетилетия, подтиквана от технологични постижения и нарастваща екологична осведоменост. Въпреки че остават предизвикателства, особено по отношение на опазването на околната среда и пригодността на находището, ISL предлага обещаваща алтернатива на конвенционалния добив, предоставяйки по-устойчив и икономически жизнеспособен подход към извличането на минерали. Непрекъснатите иновации и спазването на добрите практики ще бъдат от решаващо значение за реализирането на пълния потенциал на ISL технологията в бъдеще.

Списък с литература

1. Mukherjee, T. K., (2019). Hydrometallurgy in extraction processes, Volume I & Volume II. *Taylor & Francis Group*.
2. Seredkin, M., Zabolotsky, A., Jeffress, G. (2016). In situ recovery, an alternative to conventional methods of mining: Exploration, resource estimation, environmental issues, project evaluation and economics. *Ore Geology Reviews, Volume 79, p. 500-514*.
3. Gerald V., Jergensen II, (2009). Copper-leaching-solvent-extraction-and-electrowinning-technology, SME
4. Li, G.; Yao, J. A (2024) Review of In Situ Leaching (ISL) for Uranium Mining. *Mining 2024, 4, 120–148*.
5. Sinclair, L., Thompson, J. (2015). In situ leaching of copper: Challenges and future prospects. *Hydrometallurgy, vol. 157, 306-324*.
6. Mudd, G. M. (2001). Critical review of acid in situ leach uranium mining: 1. USA and Australia. *Environmental Geology, 41(3-4), 390-403*.
7. Yin S. et al. (2018). Copper Bioleaching in China: Review and Prospect. *Minerals 2018, 8, 32* , www.mdpi.com/journal/minerals
8. Ortega-Tong, P., (2023). Geochemical Processes Controlling In-Situ Recovery of Copper. The University of Western Australia. Thesis Doctor of Philosophy.
9. Commonwealth of Australia (Geoscience Australia), (2010), Australia's in situ recovery uranium mining best practice guide, Canberra, Australia. GA 10-46-07
10. NAC Kazatomprom.JSC (2022). Integrated Annual Report. <https://www.kazatomprom.kz/en>

11. Nuclear Energy Agency & International Atomic Energy Agency. Uranium 2022: Resources, Production and Demand. NEA No. 7634, © OECD 2023
12. Bahamondez C.*, Castro R. *, Vargas T., and Arancibia E. (2016), In situ mining through leaching: Experimental methodology for evaluating its implementation and economic considerations, *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy* 116(7):689-698
13. IAEA Nuclear Energy Series No. NF-T-1.4. (2016) In Situ Leach Uranium Mining: An Overview of Operations.
14. Sapsford D., Cleall P., Harbottle M. (2017) In Situ Resource Recovery from Waste Repositories: Exploring the Potential for Mobilization and Capture of Metals from Anthropogenic Ores. *J. Sustain. Metall.* 3:375–392
15. Martens E. et al. (2021) Toward a more sustainable mining future with electrokinetic in situ leaching. *Martens et al., Sci. Adv.* 2021; 7
16. Taylor G., et al. (2004). Review of Environmental Impacts of the Acid In-situ Leach Uranium Mining Process. *CSIRO Land and Water Report*.
17. Ortega-Tong P., Jamieson J., Bostick B.C., Fourie A., Prommer H. (2023). Secondary Phase Formation During Electrokinetic In Situ Leaching of Intact Copper Sulphide Ore. *Hydrometallurgy* 216.
18. NI 43-101 (2023) Technical Report Gunnison Copper Project Prefeasibility Study Update and JCM Heap Leach Preliminary Economic Assessment.
19. NI 43-101 (2023) Technical Report Florence Copper Project.

МИННОТО ДЕЛО И ЕНЕРГЕТИКАТА – ОПРЕДЕЛЯЩИ И ОСИГУРЯВАЩИ УСТОЙЧИВОТО РАЗВИТИЕ НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ XXI ВЕК

Евтим Кърцелин¹, Станислав Топалов¹, Иван Марков²

¹ Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София stopalov@gmail.com

² Асоциация "Български въгледобив", 1000 София, "Г. С. Раковски" 108

ABSTRACT

An information on the achievements of the world and Bulgarian energy at the end of the 20th century, terms for construction, installation of power, electricity produced and value of the construction and installation works of the Kozloduy NPP, results of privatization of the seven electricity distribution companies in the Republic of Bulgaria and emerging future issues, elements of comparative assessment between renewable and non-renewable energy sources are presented in the report. In addition, are summarized some conclusions and tasks for the development of national energy in the 21st century.

Key words: *achievements and problems of world and Bulgarian energy, uneven distribution of energy raw materials on the Earth planet, relationship between energy, quality of life and industrial development of each country*

Въведение

Минното дело, свързано преди всичко с добива и преработката на различни полезни изкопаеми и суровини, е един от най-старите занаяти, които човечеството познава, развива и практикува от най-дълбока древност до наши дни. Историята на добива и преработката им е пряко свързана и с историята на развитие на човешката цивилизация. За доказателство на неразривната връзка между минното дело и човешката цивилизация може да се посочи следния факт: в науката е прието означаването на основните исторически епохи, определящи етапите на развитие на човешкия напредък да са производни на наименованието на различни видове полезни изкопаеми, характерни за съответната епоха, а именно: каменна епоха (около 4000 г. пр. н.е.); бронзова (3000 – 1500 г. пр. н.е.); желязна (1780 – 1945 г.); ядрена (след 1945 г.). Последното показва, че от 1945 г. до настоящия момент човечеството се намира в ядрената епоха. Може да се обобщи, че развитието на човешката цивилизация през отделните етапи е зависела преди всичко от възможностите и способностите на хората да изучават, опознават и използват наличните в природата полезни изкопаеми и суровини, и да ги използват в различни области на своята дейност.

И през ядрената епоха днес, съвременната атомна енергетика започва също с минно дело (проучване, добив и обогатяване на уранови руди за производство на гориво за АЕЦ) и завършва с минно дело, свързано със строителството на подземни хранилища за съхраняване на отработеното в продължение на 50-100 и повече години.

Ето защо минното дело и енергетиката следва да се разглеждат и приемат като две страни на една монета, с която се „заплащат“ и осигуряват условията за устойчиво развитие на съвременното индустриално общество във всяка промишлено развита страна, вкл. и в Република България.

Някои оценки за минното дело и енергетиката в развитието на съвременното индустриално общество през XXI век

В книгата „Юбилейна книга 60 години катедра Обогатяване и рециклиране на суровини“ [1], авторът проф. Ирена Григорова споделя: „Моят университетски преподавател и дипломен ръководител проф. д-н Стойчо Стоев често започваше лекциите си със следното въведение: „Всеки път, когато погледнеш през стъклото на прозореца, направено от кварцов пясък, и видиш излитащ самолет изработен от метали и сплави, всеки път, когато погледнеш звездите и иси мислиш за далечни планети, които човечеството може да посети с космически кораби, направени от метали и сплави, всеки път си мислиш, че това е наше дело, на нас, миньорите и обогатителите. Ако не сме ние, за да

дадем на хората металите, неметалните суровини и горивата, нямаше да го има този свят около нас. Ако няма чакъл – няма да има бетон и следователно сгради, ако няма горива – няма да има индустрия.

Ние миньорите – обогатители сме тези, от които започва всичко. Без нас човечеството щеше да остане в каменната епоха.“

В тази връзка, енергетиката е нещо, което за съвременните хора е твърде присъщо, без което не може да функционира обществото [2]. Без енергия, като продукт на производството, не могат да съществуват и се развиват почти всички съвременни производства. Без нея е немислим съвременният културен, цивилизован бит на хората. Енергията осигурява движещата сила на производството, на машините и уредите в заводите, по пътищата, в мините и т. н, както и в домакинствата. Без произведената енергия (горива, електричество, топлоенергия) няма и осветление и топлина в производствените помещения и в домовете на хората.

Тук могат да бъдат дадени и някои сведения за „изчерпаемите“ и „възобновяеми“ енергоресурси, справки за нетрадиционните технологии за използване на природните ресурси и съобщения за екологично чистите технологии

В редица публикации, вкл. [3], посветени на новите технологии за използване на природните ресурси много често се използва (експлоатира) понятието „екологично чисти технологии“, без да се представя строго определение за него.

При използването на това понятие трябва да се подразбира, че някакъв нов процес за преобразуване на енергия или вещество се явява алтернатива на общоприетите, лишени от тези вредни последици за околната среда, които са характерни за традиционните процеси. Най-често разглеждането на „новия процес“ се ограничава само до самия процес на преобразуване в чист вид, без да се отчитат съпровождащите го (допълнителни) странични явления.

Комплексният анализ на цялата технологична верига от производството на новото устройство до неговата реализация (или бракуване) показва, че са му присъщи и отпадъци, включвайки и вероятни вредни емисии и аварийни събития, които обикновено се изключват в предварителните оценки. А именно тук най-често са скрити важни страни на новата технология, характеризиращи нейното разрушително действие върху околната среда и нанасянето на определени загуби, най-често съизмерими или даже превъзхождащи (много по-големи) в сравнение с първоначално очаквания полезен ефект. Засега такъв анализ не се извършва. Ето защо присвояването на определението „екологично чиста“ като нова технология следва да се приема като преждевременно.

Изложеното може да се демонстрира със слънчевата енергия. Действително, фотоелектрическите преобразуватели, или „слънчевите батерии“, както е общоприето да се наричат във връзка с широкото им използване за промишлени и битови цели, на пръв поглед са екологично чисти в този смисъл, че те позволяват да се добие електроенергия за сметка на прякото преобразуване на лъчистата енергия на Слънцето, без „да вдигат прах“ и да замърсяват химически атмосферата (в т.ч. и с парниковия газ CO₂), както това е присъщо на всички електроцентрали, работещи с органично гориво. Те не създават и допълнително нагряване на биосферата, ефект от действието на другите електроцентрали (вкл. и атомните, а в перспектива и на термоядрените), тъй като използват част от слънчевата енергия.

Все пак тези безспорни доказателства в глобален план отчасти остават на заден (а понякога и умишлено се игнорират, заобикалят) при реално широкомащабно използване на регионално ниво. Сравнително ниската плътност на потока слънчева енергия на повърхността на Земята изисква отчуждаването на значителни територии за изграждане на промишлено значими мощности. Но това е възможно да предизвика съответни усложнения в живота на даден район. Разбира се, тези проблеми е възможно и да се избегнат. Следва да се отчете още и въздействието върху околната среда и на процесите свързани с производството на самите слънчеви батерии, а това са енергоемки и често химически агресивни процеси, съпроводени с включване в промишлено производство на цял набор вредни компоненти и екологично опасни технологии. Така например, в последните години се произвеждат слънчеви батерии, които генерират „зелена енергия“, компенсират промишлените разходи за тяхното производство. Аналогични недомлъвки се срещат и при пропагандата на атомната

енергия, негативните страни на които са скрити именно в страничните фактори – в нерешените проблеми за съхраняване на отпадъците и вредните последици при възникване на аварии.

По такъв начин, без да се оспорва напълно заслужения интерес, който привличат тези методи за широко използване и получаване на електроенергия, следва да се приеме, че поне засега е твърде рано да се наричат „Екологично чисти“.

Авторът Трухан Э. М. в книгата си [3], в т. 1.2., За „изчерпаемите“ и „възобновяемите“ природни ресурси излага следното становище: „Много по-строга оценка изискват понятията „изчерпаеми“ и „възобновяеми“ природни ресурси. В съответствие със „Закона за съхранение на материята“, материята не изчезва и не възниква нова, а само преминава от едно състояние в друго. Понятието „изчерпаемост“ е свързано само със загубата на определени качества и количества или в прехода им в състояние с по-малка потребителска стойност от гледна точка на потребителя. Все пак, то отразява само изменението на потребителската стойност на дадено вещество в качеството му на първичен ресурс, който се използва при съществуващите технологии за „използване“ на материалите. Това твърде условно понятие, в случая за използван ресурс, по принцип винаги е възможно да се преведе от вторично състояние в първично, ако е разработена и отработена съответната технология и е налице достатъчно количество енергия.

Следователно, строго казано, изчерпаеми източници не съществуват. Ето защо с развитието на прогреса в тази област (а той е неизбежен), ни очакват в перспектива парадоксални ситуации – с течение на времето все по-голям брой природни ресурси ще стават неизчерпаеми, включително и в този кръговрат на вече използваните.

По аналогичен начин стои и въпросът с енергийните ресурси на биосферата на планетата Земя. По силата на „Закона за съхранение на енергията“ (първи закон на термодинамиката) енергията на биосферата е неизчерпаема (дори леко нараства за сметка на слънчева енергия (акумулирана) в синтетична форма).

В [4] авторите Л. Уилямс и У. Адамс изказват следната прогноза – През 2050 г. населението на планетата Земя е възможно да нарастне до 20 млрд. души. Отсъствието на демокрация и свобода може да се окаже второстепенен (по-малък) проблем в сравнение с недостига на енергия, вода и храна.

В Сърбия върви обществено обсъждане за строителството на минен обект за добив на литий, с който е възможно да се задоволят около 90 % от потребностите на Европа. Европейският съюз е готов да инвестира добива на този стратегически, за съвременната електроенергетика и електропромишленост, елемент.

На 12 август 2024 г. граждани на Сърбия протестираха против плана за изграждането на минно предприятие за добив на литий – много важен елемент за производството на акумулаторни батерии Журналист задава въпрос на протестираща жена – „Защо протестирате, нали районът на минното предприятие ще стане един от най-проспериращите на Сърбия през XXI век?“. Отговорът е – „В Южна Африка добиват диаманти и злато. Защо този район не е станал един от най-проспериращите в света?“ Днес в Южна Африка един жител консумира средно по 40 kWh електроенергия годишно, докато за Европа е 5000 kWh, а в САЩ - 10000 kWh.

Една легенда разказва, че Прометей открадва огъня от Зевс – бога на Слънцето и огъня, и го предава на хората, за да подобрят качеството си на живот. Вместо да бъде увековечен и канонизиран за светец за това му добро дело за хората, богът на Слънцето и огъня го наказва с мъченическа смърт – прикован е към скалите и оставен на орлите. Защо бог Зевс, а и неговият „началник“, най-великият творец на природата, допускат това жестоко наказание за едно добро дело в името на човечеството, легендите не дават отговор.

Постижения на енергетиката в света в края на XX век

Енергетиката като отрасъл има много и специфични особености. Дейностите в него попадат в три сектора на всяко националното стопанство. Добивът на въглища, нефт и природен газ се отнасят към добивната промишленост и съответно към първичния сектор. Производството на електроенергия и

топлоенергия е част от преработващата промишленост и принадлежи към вторичния сектор. А преносът на електроенергия и нейното потребление е част от третичния сектор на съответната икономика.

По отношение на втория и третия сектор в статистическия сборник на ООН е представена информация по различни показатели за 207 страни. В областта на енергетиката са включени следните показатели:

- инсталирана мощност на електроцентралите в отделни страни и континенти;
- разпределение на инсталираните мощности по видове електроцентрали (източници и горива);
- произведена електроенергия;
- обмен на електроенергия между отделни страни (международна търговия на енергия);
- средна стойност на консумираната електроенергия от 1 жител за 1 година за отделни страни и континенти.

В табл. 1 е показано разпределението на инсталираните мощности на електроцентралите по континенти и произведена електроенергия.

Табл. 1.

показател	Европа	Азия	Северна Америка	Южна Америка	Африка	Океания	Цял свят
Инсталирана мощност на електроцентрали, GW	982.9	812.8	938.1	129.0	80.4	47.9	2991.2
Изменение за година, %	+0.3	+5.5	+1.7	+3.5	+2.8	+3.4	+2.4
Производство на електроенергия, TWh	4014.6	3531.7	4036.6	540.8	352.4	204.7	12680.8
Изменение за година, %	-1.6	+6.7	+4.2	+4.1	+2.9	+2.3	+2.9

В табл. 2. е представено разпределението на инсталираните мощности по видове електроцентрали (източник на гориво) по континенти и региони.

Табл. 2.

Цял свят, континент, регион	Инсталирана мощност на електроцентрали, MW (нето)				
	общо	ТЕЦ	ВЕЦ	АЕЦ	Геотермални електроцентрали
светът като цяло	2 991 212	1 937 464	698 315	345 626	9 807
Европа	982 971	585 056	228 820	167 657	1 438
Азия	812 794	584 140	169 230	57 603	1 821
Северна Америка	938 135	640 078	174 998	116 849	6 210
Южна Америка	129 062	35 174	92 213	1 675	-
Африка	80 414	58 281	20 216	1 842	75
Океания	47 836	34 735	12 838	-	263

Разпределението на производството на електроенергия в инсталираните по видове електроцентрали и средната консумация на 1 жител за 1 година е показано в табл. 3.

Табл. 3.

Цял свят, континент, регион	Производство на електроенергия, GWh					Международна търговия, GWh		Консумация на електроенергия	
	общо	ТЕЦ	ВЕЦ	АЕЦ	Геотер- мални ЕЦ	внос	износ	Общо, GWh	на жител годишно, kWh
Общо за света	12 680 843	8 016 072	2 402 510	2 203 519	58 722	463 586	464 581	12 679 848	2 245
Европа	4 014 604	2 245 034	700 402	1 049 801	19 367	259 037	266 051	4 007 590	5 517
Азия	3 531 745	2 618 797	520 004	383 168	9 776	106 794	96 442	3 542 097	1 035
Северна Америка	4 036 632	2 604 232	651 693	752 605	28 102	60 406	60 389	4 036 649	8 990
Южна Америка	540 781	97 407	435 029	8 345	-	32 824	34 782	538 823	1 713
Африка	352 378	288 520	53 929	9 600	329	4 525	6 917	349 986	494
Океания	204 703	162 102	41 453	-	1 148	-	-	204 703	7 278

В табл. 4. може да се проследи за определени страни какви са инсталираните мощности и каква е средната консумация на 1 жител за 1 година в тях.

Табл. 4.

№	Страна	Инсталирани мощности, GW	Консумация на електроенергия на жител годишно, kWh
1	САЩ	770	8 990
2	Канада	114	17 510
3	Япония	220	7 726
4	Русия	214	5 805
5	Франция	107	7 137
6	Германия	114	6 528
7	Швеция	35	16 372
8	Норвегия	27	26 205
9	Шри Ланка	1.5	242
10	Мианмар	1.2	77
11	Мозамбик	2.4	52
12	Нигерия	5.9	136
13	Индия	91.6	420
14	Китай	190	780
15	България	12.1	4 316

Средната стойност на консумираната енергия от 1 жител за 1 година, за отделни страни, се различава до 1000 пъти, напр. – 26 205 kWh е в Норвегия, а в Реипублика Чад е 14 kWh. Населението на САЩ е 5 % от това на планетата Земя, а потреблението им е около 25 % от световния добив.

Както е известно ядрената енергетика обхваща генерирането на електрическа и топлинна енергия от ядрени реактори. На 27 юни 1954, първата в света атомна електроцентрала, свързана към националната електропреносна мрежа започва да работи в Обнинск, СССР (5 MW електричество, достатъчно за 2000 домакинства) [5]. Първата комерсиална атомна електроцентрала е „Calder Hall“ в Селафийлд (Sellafield), Англия, открита през 1956 с начален капацитет от 50 MW (след това 200 MW), а реакторът Shippingport (Пенсилвания – 1957) е първата атомна централа в САЩ.

Нефтената криза от 1973 г. дава тласък за строеж на атомни електроцентрали по целия свят. Нефтеното ембарго води до глобална икономическа рецесия, висока инфлация и стремеж за пестене на енергия. Това доведе до намаляване на търсенето на електроенергия и оттук нуждата от нови

енергийни източници намалява, а финансирането на големи проекти става по-трудно. Като резултат в САЩ са отменени много поръчки за ядрени реактори. Дори и при това положение централите, чийто строеж вече е започнат, изместват нефта като суровина за добив на електричество. Докато през 1973 ТЕЦ-овете генерират 17% от електричеството в САЩ, днес, нефтът като суровина генерира само малка част от електроенергията (с изключение на Хавай), докато делът на атомната енергия достига 20%. Нефтената криза принуждава и други страни, като Франция и Япония, дотогава разчитащи на нефт за генериране на електроенергия, да инвестират в атомната енергия. Днес атомната енергия дава съответно 80% и 30% от електричеството в тези страни.

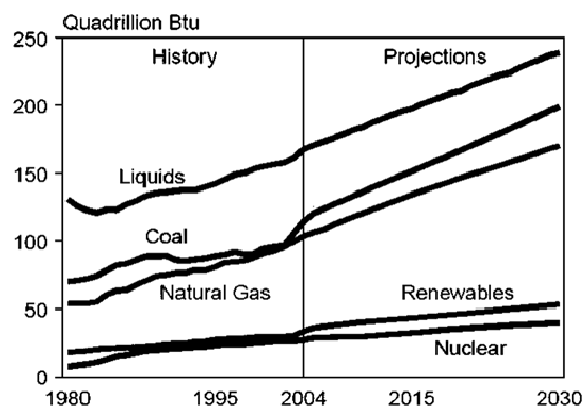
Първоначално инсталираният капацитет расте относително бързо, от по-малко от 1 гигават (GW) през 1960 до 100 GW в края на 70-те и 300 GW в края на 80-те. След това растежа не е толкова драстичен достигайки 366 GW през 2005, най-вече заради увеличеното използване на атомна енергия от Китай. Между 1970 и 1990, 50 GW са в процес на конструкция (с максимум от 150 GW в края на 70-те и началото на 80-те) – през 2005, 25 GW са планирани. Повече от 2/3 от поръчките за атомни централи направени в 70-те са отменени.

Табл. 5. В края на 20 век се създава негативно отношение към атомната енергия, най-вече поради нарастващия страх от възможен ядрен инцидент и радиоактивно замърсяване, а също и транспорта и съхранението на атомни отпадъци. Инцидентите през 1979 в „Three Mile Island“ и през 1986 – Чернобилска авария имат роля в спирането на изграждането на нови мощности в много страни. Но в САЩ това се случва още преди инцидента в „Three Mile Island“, след нефтената криза през 1973 – най-вече поради икономически причини, а не поради страх от аварии.

№	Страна	Относителен дял
1	Литва	91.5
2	Франция	78.2
3	Белгия	60.1
4	Украйна	46.8
5	Швеция	46.2
6	България	45.4
7	Словакия	44.0
8	Швейцария	40.6
9	Словения	40.0
10	Унгария	40.0

По данни на МАГАТЭ, в края на 1997 г. в целия свят се намират в експлоатация 437 енергийни реактора – с 5 по-малко от 1996 г. В същото време 36

броя са в етап на строителство. Най-голям дял на използване на ядрена енергия има в страните показани в табл. 5.



Фиг. 1. Историческо и прогнозно развитие на източниците на енергия в света, 1980 – 2030

Към този период световното производство на електроенергия от АЕЦ е 17%.

Бъдещето на ядрената енергетика е обект от отдавна на много дълги спорове и дискусии. Според World Nuclear Association – WNA, ядрената енергетика се развива силно – САЩ, Бразилия, Аржентина, Южна Корея, Китай, Индия, Русия, Канада, Пакистан, Франция и Финландия строят нови електроцентрали, а Великобритания, Южна Африка, Полша, Румъния, Турция и ОАЕ планират строителството на нови мощности. Строителството на реакторите във Франция закъснява и оскъпяването им достига вече до 3 пъти. На фиг. 1. [6] може да се проследи тенденцията на използване

на енергийни източници в света за 50 г.

Във WNA виждат бъдещето по-оптимистично и от настоящето. На базата на разговори с експерти от различни страни те са разработили дългосрочна прогноза, според която мощностите на АЕЦ в света от 367 GW в най-лошия случай ще се удвоят през 2030 г. до 602 GW а в най-добрия ще достигнат до 1350 GW.

Постижения на енергетиката в Република България в края на ХХ век

В миналото енергетиката е имала незначителен дял в структурата на промишлеността и на националното стопанство [2]. През 1939 г. (преди Втората световна война) отрасълът дава само 2% от общата промишлена продукция. След индустриализацията на страната бързо се повишава относителния дял на произведената ОПП (обща промишлена продукция). През 1989 г. той достига до 7%. След това (в годините на преход от планова към пазарна икономика) поради по-бързия спад на промишленото производство в другите отрасли и запазване на произведената електроенергия в количествено отношение, мястото на този отрасъл се повишава. През 1996 г. той е достигнал 12.4%. През 2000 г. относителният дял на произведената промишлена продукция в отрасъл Енергетика (добив на енергийни ресурси и производство и разпределение на електроенергия, газ и вода) достига до 17.0% от общата промишлена продукция на страната. Заетите в отрасъл „Енергетика“ през 2000 г. са 83 хил. души (12.3%), като те намаляват и през 2005 г. те са 73.8 хил. души.

Както и при другите стопански дейности и при енергетиката се преминава през различни етапи на стопанско развитие, като следва да се отчита влиянието на редица групи фактори - природно-географски; социално-икономически; научно-технически и екологически.

Началото на развитието на българската енергетика е поставено през ХІХ век и преминава последователно през различни етапи, които съответстват на етапите на развитие на българското национално стопанство. Всяко производство в енергетиката има свое специфично развитие.

Началото на електропроизводството в България се поставя в края на ХІХ век, което е породено от необходимостта от осветление в мините. Първата централа за производство на електричество в България е построена и пусната в действие в гр. Перник през 1895 г. и е била предназначена за електрическо осветление на минните галерии. Тя имала мощност едва 50 KW. На 1.01.1900 г. е била пусната в действие първата ВЕЦ в България – ВЕЦ „Панчарево“ с мощност 1720 KW. Добиваната от нея електроенергия се използвала за осветление на София, а след това и за движение на първите трамваи (от 1901 г.). Поради липсата на крупни капиталовложения и бавно развитие на промишлеността, електропроизводството до 1944 г. се развива бавно и постепенно. То е свързано и с бавните промени в битата на хората. През първите десетилетия на ХХ век се изграждат предимно малки водни и дизелови електроцентрали. Първата дизелова електроцентрала (ДЕЦ) е построена през 1912 г. в гр. Лом. През 1935 г. производството на електроенергия е одържавено, но преносът и разпределението на електричество са и държавни и частни. До 1944 г. електропроизводството се развива почти изключително за осветление. През 1944 г. в страната действат 117 електрически централи с обща мощност 130.5 MW и производство за една година на 310.8 млн. KWh електрическа енергия. В следващият период (до 1960 г.) се изграждат ТЕЦ „София“, ТЕЦ „Марица - 3“ в Димитровград, ТЕЦ „Република“ в Перник, ТЕЦ „Русе“ и др. Построени са Баташкият водносилов път и язовирите „Ал.Стамболийски“, „Копринка“, „Студена“ и други. След 1960 г. започва изграждането на енергийния комплекс „Марица-Изток“. След 1971 г. са спрени като икономически неефективни дизеловите електроцентрали и се създава единната електропреносна мрежа на България. Започва изграждането и доразвитието на топлофикационните централи (за производство на електричество, топла вода и пара). Построена е АЕЦ „Козлодуй“ с 6 реактора, от 1 до 4 в мощност 440 MW и 5 и 6 с мощност по 1000 MW.

Към 1989 г. в България е изградена мощна материално-техническа база за електропроизводство и се произвеждат над 42 млрд. KWh. електроенергия. Средно на човек от населението нашата страна изпреварва страни като Гърция, Италия, Испания, Полша и др. и се доближава до равнището на развити страни като Великобритания, Германия, Белгия и др. След 1989 година в страната настават малки промени в енергетиката. Спрян и намален е добива на въглища в някои въглищни басейни поради нерентабилност. Разработени са проекти за нови енергийни мощности в Родопите – „Горна Арда“ и „Цанков камък“. На 31.12 2002 г. с Решение на Министерския съвет на Р България са спрени от експлоатация I и II ядрен реактор на АЕЦ „Козлодуй“. Това довежда до намаляване на относителния дял на ядрената енергетика в общото електропроизводство. Увеличена е мощността на ТЕЦ „Марица Изток 2“. След това са спрени и III и IV блокове на АЕЦ „Козлодуй“.

Приватизирани са електроразпределителните дружества. Възобновява се работата за изграждане на новата АЕЦ „Белене“. Пуснат е в експлоатация хидровъзел „Цанков камък“, реконструирана е ТЕЦ „Марица-Изток 2“.

В табл. 6. са представени инсталираните и разполагаемите генераторни мощности в електрическите централи, присъединени към преносната и разпределителните мрежи (MW) към 2010 г. у нас.

Табл. 6.

Видове електроцентрали	Инсталирани	Разполагаеми
АЕЦ	2000	2000
ТЕЦ на лигнитни въглища ¹	3979	3899
ТЕЦ на черни и кафяви въглища	1678	1568
ТЕЦ на газ	794	734
ВЕЦ, в т.ч.	3108	3108
Подязовирни ²	2204	2204
На дневен изравнител	761	761
На течащи води	143	143
Вятърни ЕЦ	488	488
Фотоволтаични ЕЦ	25	25
Общо	12 072	11 822
Забележка:	¹ – Отчетено е увеличението на мощностите в ТЕЦ „Марица изток 2“ и „ЕНЕЛ Марица изток 3“ след модернизацията ² – Отчетени са два нови генератора във ВУЕЦ „Студен кладенец“, 5-ти мощност 16 MW и 6-ти с мощност 1.2 MW	

Разпределението на инсталираните мощности в зависимост от първичния енергоносител, в %, е както следва: ТЕЦ – 53.6%, АЕЦ – 33.0%, ВЕЦ – 11.9% и други – 1.5%.

Електропроизводството в РБ, базирано на трите основни стълба – ТЕЦ, АЕЦ и ВЕЦ, за 2010 г. е показано в табл. 7.

Табл. 7.

Видове електроцентрали	GWh
АЕЦ	15249
ТЕЦ на лигнитни въглища ¹	18084
ТЕЦ на черни и кафяви въглища	4884
ТЕЦ на газ	1848
ВЕЦ, в т.ч.	5523
ПАВЕЦ	636
Вятърни ЕЦ	658
Фотоволтаични ЕЦ	14
Общо	46260

Значителен дял в ефективността на функциониране на електроенергетиката имат и изградените междусистемни връзки на електроенергийната система (ЕЕС) на РБ и ЕЕС на съседните страни. Връзките, осигуряващи трансгранична преносна способност са посочени в табл. 8.

Табл. 8.

Напрежение, kV	Електропровод	Страна	Подстанция в България	Подстанция в със. страна	Дължина, km	Паралелна работа в УСТЕ
400	Дружба	Румъния	Добруджа	Исакча	230.6	Да
400	Цинцарене 1	Румъния	Козлодуй	Цинцарене	115.7	Да
400	Цинцарене 2	Румъния	Козлодуй	Цинцарене	115.7	Да
400	Нишава	Сърбия	София Запад	Ниш	122.6	Да
400	Одрин	Турция	Марица изток 3	Бабаески	136.6	Не
400	Сакар	Турция	Марица изток 3	Хамитабат	150.0	Не
400	Пирин	Гърция	Благоевград	Солун	174.7	Да
220	Дунав	Румъния	Козлодуй	Ишалница	98.1	Не
110	Връшка чука	Сърбия	Кула	Зайчар	21.0	Не
110	Ерма	Сърбия	Брезник	Върла	64.1	Не
110	Страцин	Македония	Скавица	Крива паланка	12.7	Да, врем.
110	Беласица	Македония	Петрич	Сушица	49.3	Да, врем
400	Руен	Македония	Червена могила	Щип	161.6	Да
400		Гърция	Марица изток 1	Филипи		в проект

Електропроводите за високо напрежение имат обща дължина, както следва: 400 kV – 2451km, 220 kV – 2805 km и 110 kV – 995 km, или общо – 15 210 km. Системните подстанции са 32 бр. с обща инсталирана мощност 15 888 MVA, а понижаващите – 256 бр. имат обща трансформаторна мощност 15 143 MVA.

Схемата на електропреносната система за 220 и 400 kV на РБългария е посочена на фиг. 2.



Фиг. 2 Схема на електропреносната система за 220 и 400 kV на РБългария

Атомната електроцентрала „Козлодуй“ – българско дело, български успехи и гордост, и български погром

Хронологично разгледано, някои дати в историята на АЕЦ „Козлодуй“ показват:

- 14.10.1969 г. – направена е първата копка за строителство на АЕЦ „Козлодуй“, на обекта се работи на 3 смени;
- 1970 г. – назначени са първите експлоатационни кадри за електроцентралата;
- 1972 г. – провежда се първата едномесечна студентска бригада на АЕЦ „Козлодуй“, вкл. студенти от спец. „Автоматизация на производството при ВМГИ – София“;
- 4.09.1974 г. – официално откриване на I-ви блок на АЕЦ „Козлодуй“;
- 22.08.1975 г. – осъществен е физически пуск на реактора на II-ри блок на АЕЦ „Козлодуй“;
- 4.03.1977 г. – възниква силно земетресение в района на Вранча, Румъния (с магнитуд 7,4 по скалата на Рихтер с епицентър в окръг Вранча, в Източните Карпати, на дълбочина 94 километра. То засяга сериозно и България, продължава 55 секунди, а ударната вълна е усетена в почти целия балкански регион). По изпълненото строителство на АЕЦ „Козлодуй“ – фундаменти, сгради и съоръжения не са констатирани поражения и последици от него. Сградите и фундаменти на АЕЦ „Козлодуй“ са проектирани по условието за устойчивост на земетресение 7 бала по дванадесет степенната скала на Медведев - Шпонхоер - Карник при вероятност за възникване на такова събитие – веднъж на 10 000 години.

В табл. 9. са дадени сроковете за строителство, инсталираните мощности и произведената електроенергия.

Табл. 9.

№ на блока	Тип на реактора и мощност	Година на включване	Година на спиране	Текущ горивен цикъл	Произведена ел. енергия MWh
1	ВВЕР-440	1974	31.12.2002	25	66675397.0
2	ВВЕР-440	1975	31.12.2002	24	68905334.0
3	ВВЕР-440	1981	31.12.2006	22	
4	ВВЕР-440	1982	31.12.2006	21	68711968.0
5	ВВЕР-953	23.12.1988	-	-	-
6	ВВЕР-953	30.12.1993	-	-	-

По информация на инж. Йордан Йорданов, бивш директор на АЕЦ „Козлодуй“, общата стойност на строително-монтажните работи на обекта, в лева, е разпределена, както следва: блок I – 200 млн., блок II – 300 млн., блок III – 650 млн., блок IV – 800 млн., блок V – 600 млн., и блок VI – 600 млн, или общо – 3150 млн. лева.

За АЕЦ „Белене“ може да се отбележи, че - проучванията за изграждане на втора АЕЦ започват в началото на 70-те години на ХХ-ти век като в края на десетилетието е избрана площадка край гр. Белене, утвърдена с Постановление от март 1981 г. на Министерския съвет. Първоначално е предвидено изграждането на 4 енергийни блока, с възможност за разширение с още нови мощности. Началният проект на АЕЦ „Белене“ е разработен в периода 1986-1987 г. от проектантските институти АЭП - Киев и Енергопроект – София и предвижда изграждане на 4 блока с реактори тип ВВЕР-1000/ В-320, аналогични на проектите на блокове 5 и 6 на АЕЦ "Козлодуй". Основно строителство започва през 1987 г. на база разработения Технически проект при паралелно изготвяне на работни проекти за предстоящите дейности, а строителство на централата се осъществява от края на 1987 г. до средата на 1991 г. С решение на Правителството на Република България от август 1991 г. строителството на АЕЦ Белене е спряно. Възложено е на Комитета по енергетика да организира изготвяне на технико-икономическа обосновка за изграждане в следващите години на паро-газова централа на площадката на АЕЦ — Белене, или на друга алтернативна площадка. Освен това, от съответните държавни органи се изисква да подготвят предложения за рационално използване на изградената инфраструктура, материалната и производствена база на площадката.

Приватизация на електроразпределителните дружества в България.

На 9.06.2004 г., съгласно правилата за провеждане на заключителния етап от конкурсните процедури за приватизация на седемте енергоразпределителни дружества, в Агенцията за приватизация са подадени общо 13 окончателни финансови оферти, депозирани от петима сертифицирани за участие в Заключителния етап кандидати, а именно: CEZ – Чехия; ENEL – Италия; EVN – Австрия; PPC – Гърция и EON – Германия.

В табл. 10. са показани окончателните финансови предложения, в лева, на посочените кандидати.

Съгласно правилата за провеждане на Заключителния етап от конкурсните процедури, класацията на кандидатите се извършва единствено на база предложена цена съответния пакет, при спазване на правилото, че един кандидат има право да закупи само един от трите пакета ЕРД. В резултат на прегледа и оценките на подадените окончателни оферти, конкурсните комисии за трите пакета определят следната класация:

- CEZ – Чехия - Западен пакет: ЕРД Столично, ЕРД София област и ЕРД Плевен;
- EVN – Австрия - Югоизточен пакет: ЕРД Пловдив и ЕРД Стара Загора;
- EON – Германия - Североизточен пакет: ЕРД Варна и ЕРД Горна Оряховица.

Табл. 10.

Окончателни финансови оферти, депозирани от петима сертифицирани за участие в Заключителния етап от конкурсните процедури за приватизация на седемте енергоразпределителни дружества в Р България			
Кандидат	Предложена цена в окончателната оферта за Западен пакет: ЕРД Столично ЕРД София област ЕРД Плевен	Предложена цена в окончателната оферта за Югоизточен пакет: ЕРД Пловдив ЕРД Стара Загора	Предложена цена в окончателната оферта за Североизточен пакет: ЕРД Варна ЕРД Горна Оряховица
CEZ – Чехия	281 500 000	171 500 000	121 500 000
ENEL – Италия	241 200 000	201 000 000	120 600 000
EVN – Австрия	302 000 000	271 000 000	-
PPC – Гърция	270 000 000	-	140 700 000
EON – Германия	165 000 000	180 000 000	80 000 000

Информация към периода на приватизация за седемте енергоразпределителни дружества се съдържа в табл. 11.

Табл. 11.

	Брой потребители			Бр. трансформатори срН/НН	Мрежи срН/км		Мрежи НН/км		Обем продажби	Приходи от продажби на ЕЕ и услуги, след преценка, хил. лв.	Финансов резултат Нетна печалба (по МСС 2003г) след преценка, млн. лв.
	общо	битови	стопански		Въздушни електропроводи	Подземни кабели	Въздушни електропроводи	Подземни кабели			
ЕРП Столично	675424	599155	76369	6248	860.5	3175	2796	3744	3562.3	305.604	8.231
ЕРП София област	599290	536178	63112	5119	6766.6	1377.8	10347.3	2366.1	2775.8	176.332	3.150
ЕРП Плевен	616449	561852	54597	6678	9223.0	1292	10856	2059	2257.0	193.257	7.926
ЕРП Варна	595964	521112	74852	5454	6412.5	1441.4	6675.7	3809.4	2563.0	217.833	9.386
ЕРП Горна Оряховица	541685	503950	37735	6891	8593.5	1682.7	10054.4	2673	2372.0	201.874	3.897
ЕРП Пловдив	866679			6835	10863	2652	14992	4749	3652.4	316.723	5.174
ЕРП Стара Загора	628927			7031	8866	2326	7692	4535	2925.0	252.953	5.260

Приватизираните електропроводи и трансформаторни подстанции с разпределни, както следва:

- Брой потребители – общо 4524418, от които битови – 2724247 и стопански – 306692;
- Брой трансформатори СрН/НН – 44266;
- Мрежи СрН, км- въздушни ел. проводи – 51583 и подземни кабели – 13945;
- Мрежи НН, км- въздушни ел. проводи – 63412 и подземни кабели – 23935.

Сравнителна оценка на предимствата и недостатъците на различните енергийни суровини

Предимства и недостатъци на невъзобновяемите енергийни суровини (НЕИ)

Предимства на НЕИ

- висока енергийна плътност на енергоносителите:
 - ✓ Въглища – 5000÷7000 kcal /kg;
 - ✓ Нефт - 9000÷10000 kcal /kg;
 - ✓ Газ - 7000÷8000 kcal /kg;
 - ✓ Уран – (17÷20).10⁹ kcal /kg
- висока степен на усвояване на технологиите от проучване на запасите до потреблението на суровините;
- ориентация на световното стопанство за тяхното използване като гориво и суровина;
- развита инфраструктура за всички стадии на технологичния процес – добив, транспорт, преработка и използване;
- развита структура за подготовка на научни и експлоатационни кадри;
- развита инфраструктура и производствена база за производство и ремонт на необходимите прибори и обзавеждане;
- широк диапазон на мощностите на енергийните уредби (1 ÷ 1 500 000 kW);
- развита структура на научни учреждения (университети, научно-изследователски и проектантски институти, експериментални звена и бази, научно-изследователски лаборатории и др.).

Недостатъци на НЕИ

- изтощимост (изчерпаемост) на ресурсите (ограничени количества в природата);
- глобално влияние върху изменението на климата в резултат на емисиите въглероден двуокис (CO₂) и топлинно замърсяване;
- замърсяване на жизнената среда обитавана от човека в резултат на различните производствени отпадъци в течно, твърдо и газообразно състояние;
- неравномерност на разпределението им по Земята – източник на нестабилност и зависимости;
- потенциална опасност от замърсяване на околната среда и възникване на извънредни ситуации при транспорт и съхранение;
- потенциална опасност от възникване на аварии в атомните електроцентрали със значително изхвърляне на радиоактивни вещества;
- възможност за използване на атомно-енергийните технологии за създаване на атомно оръжие;
- изменение на структурата на земната кора в резултат на добива на нефт, газ и въглища с непердскацуеми последици;
- голям разход на вода.

Предимства и недостатъци на възобновяемите енергийни суровини (ВЕИ) – слънце, вятър, хидроенергия, биомаса

Предимства на ВЕИ

- неизтощимост;
- отсъствие на допълнителни емисии на въглероден двуокис (CO₂);
- отсъствие на вредни емисии;
- съхраняване и запазване на топлинния баланс на планетата Земя;
- достъпност за използване (на слънцето, вятъра и др.);
- възможност за използване на територии, които не са подходящи за селскостопанска дейност (слънчеви и вятърни електроцентрали);

- незначителен разпод на вода (за слънчеви и вятърни електроцентрали).

Недостатъци на ВЕИ

- ниска плътност на енергията (1 W слънчева радиация на 1 m² от земната повърхност);
- необходимост от използване на концентратори, т.е. устройства, които позволяват и осигуряват възможност да се увеличи плътността на слънчевата енергия;
- непостоянен, вероятностен характер на постъпващата енергия към електроцентралите (слънце, вятър и в по-малка степен за ВЕЦ);
- необходимост от разработване и внедряване на системи за акумулиране и резервиране на произведена енергия в големи количества (от слънцето и вятъра). Акумулаторните системи осигуряват възможност частично или напълно да изпълняват ролята на резервни източници на енергия;
- локално изменение на климата (при големи ВЕЦ);
- наводняване на плодородни площи земеделска земя при строителството на големи ВЕЦ;
- необходимост от изграждане на специализирана промишлена инфраструктура;
- обучение на научни кадри и специалисти.

Изводи

1. Съвременната енергетика на всички индустриално развити страни е изградена на пет основни принципа. В продължение на повече от 130 г. се доказва тяхната актуалност, приложимост и работоспособност. Всеки опит за нарушаване или подмяна на който и да е от тях води до:

- катастрофални събития в „експерименталната“ енергийна система на съответната страна;
- замяна на част от енергообзавеждането, свързано с огромни финансови, материални и трудови ресурси;
- неустойчива работа на електроенергийната система

2. Системният анализ показва, че решаването на един от основните проблеми на съвременната цивилизация през XXI век – производство на необходимото количество енергия е възможно само по пътя на многократното увеличаване производството на електроенергия както от централизирани, така и от децентрализирани (автономни) източници на енергия.

3. Нито една от съвременните технологии („огнева“, „ядрена“ и „зелена“) не дава радикално решение, а само в една или друга степен способства за отлагане (отсрочване) на глобалния проблем на човечеството през XXI век – енергийно осигуряване или енергийна криза.

4. Необходимо е не усъвършенстване на скъпоструващи иметалоемки устройства, машини и технологични комплекси за удължаване срока на използване на традиционния зелен букет (слънце, въздух и вода), а намиране на нови революционни решения.

5. Единствено възможно направление за търсене на тези нови работещи и перспективни решения – това е електротехниката. Всички останали полуфантастични предложения (студен термоядрен синтез, вихрови турбини, генератори на торсионни полета и др.) са лишени от перспектива, тъй като използването на слаби силови полета не може да даде резултатно решение на разглеждания проблем.

6. Големите катастрофални събития и аварии, които възникват в енергийните системи на индустриално развити страни, с доказани възможности, успехи и традиции в науката и промишлените технологии са показател, че в областта на съвременната енергетика има редица неизследвани въпроси, проблеми и нерешени задачи.

7. Резултатите от експлоатацията на енергийните системи на индустриално развити страни, и особено след възникване на катастрофални събития, показват и доказват, че футуризирането на енергийната система, на която и да е страна, не се подчинява на законите на пазарната икономика.

8. Изграждането на „енергийни зелени кооперативи“ днес не е решение, а само една малка възможност. За доказателство на тази „ниска“ оценка може да се приведе следния пример – Днес в Р България има изградени и въведени в експлоатация над 120 000 бр. асансьорни уредби, от които 85 000 са в аварийно състояние. А възникването на катастрофални събития в тези обекти не са

рядкост (Майчин дом, Студентски общежития, жилищни блокове и др.). Какъв финансов, материален и професионален трудов ресурс трябва да се осигури, за да се обезпечи и гарантира нормална и безопасна работа на тези асансьорни уредби.

9. Енергетиката на Р България се определя като стратегически отрасъл на национална икономика и държават, с която трябва да се осигурява и гарантира:

- високо качество на живот;
- високо и устойчиво индустриално развитие на страната;
- национална сигурност на страната във всички аспекти.

Възникват елементарни, спорни и дискуссионни въпроси: С приватизацията на седемте електроразпределителни дружества защо Р България предостави част от националната си сигурност да се управлява от частни фирми и лица от чуждестранни компании и фирми? С какъв персонал, технически средства и организация трябва да се осигури експлоатацията на 46 000 бр. Силови трансформатори и на 1 000 000 km електропроводи?

10. В определението за бедност („гладен“) в началото на XXI век следва да се разбира и като недостиг или липса на достъп до храна, вода и енергия. От 8 млрд. Жители на планетата Земя, около 2.5 млрд. нямат достъп до електричество, а още 2 млрд. са принудени да използват ограничени количества изкопаеми и дървесина.

11. Населението на Земята през 2050 г. по различни прогнози се очаква да нарастне до 10 млрд. жители. В началото на XXI век в света се разходват над 10 TWh енергия. За задоволяване на потребностите на населението на Земята през 2050 г. по прогноза се определя необходимостта от производството на още 10 TWh енергия. Във връзка с това възникват основателните въпроси: С какво гориво и с какви технологии е възможно да се реализира тази огромна задача само за 25-30 години? Производството и разходването на 20 TWh и повече енергия е преминаване на „топлинната бариера“ и нарушаване на топлинния баланс в природата на нашата планета с всички произтичащи последици.

Литература

1. Нишков, И., И. Григорова. 2011. Юбилейна книга 60 години катедра Обогатяване и рециклиране на суровини. Печатна база Каолин.
2. http://www.geoznanie.com/2014/02/blog-post_27.html
3. Трухан Э. М. Введение в экологию: альтернативные технологии природопользования: учеб. пособие для вузов. — М. : МФТИ, 2002 .— 178 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - 1000 экз. - ISBN 5-7417-0188-4.
4. Уилямс Л., У. Адамс., Нанотехнологии. М., ЭСМО, 2010 (превод с английското)
5. https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%
6. History: Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual 2004 (May-July 2006), web site www.eia.doe.gov/iea. Projections: IA, System for the Analysis of Global Energy Markets (2007).

АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО И ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ПОДЗЕМЕН ДОБИВ И ОБУЧЕНИЕ НА КАДРИ С ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Проф. д-р инж. Кръстьо Дерменджиев e-mail: krderm@mgu.bg
д-р инж. Кирил Куцаров e-mail: kbkutsarov@gmail.com
д-р инж. Георги Дачев e-mail: g.dachev@me.government.bg

РЕЗЮМЕ

При добрите перспективи за разработване по подземен начин на голям брой находища на полезни изкопаеми в България, се установява недостиг на минни инженери със специализация „подземен добив“. Ограничен е броят на специалистите, които да проектират, организират, управляват и контролират тази дейност. Налице е влошаване на кадровия преподавателски потенциал и капацитет в МГУ „Св.Иван Рилски“, за подготовка на инженерни кадри в това направление. За преодоляване на формиралата се ситуация се предлагат някои действия, с които може да се решат някои от съществуващите към момента проблеми.

Въведение:

Добре известно е, че България е държава с древни традиции в добива и преработката на злато, сребро и металсъдържащи руди от местни находищата на подземни природни богатства. Традициите продължават във времето с разширяване на броя на видовете и количествата на полезните изкопаеми. Започва и непрекъснато се разширява добивът на въглища, нерудни полезни изкопаеми, строителни и скалнооблицовъчни материали.

Първоначално добивът на природни богатства е извършван по открит начин, ръчно и смеханични средства, но по-късно, естествено започват добивни работи по подземен начин. В определен период от време добивът на много полезни изкопаеми се е осъществявал само по подземен начин. Сега преобладаващият добив е по открит начин, като остават перспективите за използване и развитие на подземния начин при добива на много стратегически важни суровини.

Успоредно с необходимостта от увеличаване на броя и количествата на подземните природни богатства нараства опитът и техническите средства за извършване на миннодобивните работи. Появява се необходимостта от превръщане на минното дело от изкуство в наука. Основават се и първите минни училища и университети в които работят видни световно известни учени и преподаватели. Този процес, много по-късно засяга и нашата страна. През 1953 г. се учредява и висшето минно училище, днес, Минно геоложки университет (МГУ) „Св. Иван Рилски“, който и сега запазва своята цел: „Подготовката на високо квалифицирани кадри за минната промишленост.

В зависимост от нивото на състояние на минната промишленост, техниката и технологиите, през времето на своето съществуване и развитие, всички минни училища по света, Европа и у нас, променят някои от целите и задачите си, своя кадрови потенциал, преподавателски и изследователски капацитет. Тези промени обаче никога не засягат целите и задачите на основните минно-технологични специалности и пренебрегването им за сметка на обслужващи специалности, знанията и уменията на които подпомагат основната дейност.

През последните години настъпиха сериозни промени в състава и структурата на МГУ. При намален състав на много катедри същите бяха обединени в едни или други-обща. Промени се и наименованието на обединените катедри. Направи се опит за обособяване на звена от съществуващи катедри и обединяването им в привидно конюнктурно направление и нова катедра.

При съществуващата ситуация, специализиращите основни технологични катедри в МГУ: „Подземно разработване на полезни изкопаеми“ и „Открито разработване на полезни изкопаеми“ правилно, са обединени в обща катедра „Разработване на полезни изкопаеми“. Под шапката на това наименование привидно са запазени целите и задачите на обучението на минни инженери-технолози,

но поради липсата на преподаватели и капацитет, обучението в направление „подземно разработване“ не е на необходимото ниво. Не се привличат и насочват за специализирано обучение по подземно разработване, достатъчен брой студенти и млади специалисти.

Р. България разполага с достатъчен брой находища на подземни природни богатства. Освен находища на метални подземни богатства страната ни разполага и с находища на индустриални минерали, както и находища за добив на строителни и скалооблицовъчни минерали. Съгласно националния концесионен регистър (НКР) към момента в България се извършва експлоатация на над 600 концесионни обекта от които по подземен способ се разработват едва десет находища или 1,7% от общия дял. Потенциалът на страната ни за добив на подземни богатства е голям, но целенасочено обучение и квалификация на специалисти в направление, подземен добив на полезни изкопаеми изостава с резки темпове. Липсват специалисти свързани с реални изследвания и практически опит в областта на подземния добив – технолози, миньори и минни разработчици.

В последните няколко години добивът на метални полезни изкопаеми и въглища по подземен способ е съкратен наполовина, изцяло са ликвидирани четири метални находища упражняващи минно-добивна дейност по подземен способ действащи до 2020 г. (находища Чала, находище Димов дол, находище Лукина падина и находище Оброчище), четири находища за добив на въглища (находище Ораново, находище Миньор находище Бабино и находище Бобов дол) са последните у нас разработвани по подземен способ действащи до 2018 г. Едно находище за добив по подземен способ на строителни материали – гипс, находище „Кошава“, е на път да стартира дейност по ликвидация поради ясна липса на вече над 60 души специалисти в областта на подземния добив, пробивно-взривните работи и минното дело.

За проблемите пред подземния добив на полезни изкопаеми свидетелства и вече несъществуващата катедра по „Подземен добив на полезни изкопаеми“, все по-големия дял от инвестиционните намерения за добив единствено по открит способ, обуславяни от натежалото минно законодателство и не на последно място липсата на кадри в минерално-суровинния отрасъл плюс ръководен инженерен персонал с нуждата квалификация който да упражнява и да възлага дейност в подземни минни условия.

В исторически план МГУ от 1953 г. се развива възходящо. Това развитие включва разширяването, както на студентския и преподавателския състав така и увеличаването на специалностите. В годините беше сменен моделът на обучение от „инженерен“ в „англосаксонски“. Промени се и минно-промишлената база на страната. След 1995 г. започна постепенното ограничаване на минното образование.

След преминаване към англосаксонската образователна система, в стремежа да бъдат запазени всички съществуващи дисциплини в бакалавърската степен техният хорариум беше силно намален. Това намаление обхваща всички специализирани дисциплини в това число учебните и учебно-производствените практики. Част от специализиращите учебни дисциплини бяха отнесени към магистърските учебни програми.

В началните години повечето завършили бакалаври в МГУ продължаваха обучението си на магистърско ниво. По-късно обаче много малко студенти продължаваха по-нататък. По-голямата част от завършилите бакалаври продължаваха работа или обучение в други направления.

За повечето управленски, проектантски и контролни позиции в минното дело се изисква завършена ОКС „магистър“. Затова минните специалисти с призвание и любов към специалността продължават образованието си на това ниво. При магистърското образование се налага по-тясно специализирано обучение на студентите от преподаватели и специалисти по съответните учебни дисциплини. Затова при обединяване на катедри в МГУ трябва да се обособят учебно научни звена-сектори с преподаватели и специалисти, които да организират обучението на желаещите специалисти на ОКС и ОНС, „магистър“ и „доктор“

Преди десетина години поради пенсиониране основният стълб от преподаватели силно намаля. На тяхно място бяха подготвени и назначени малко на брой млади специалисти. За съжаление обаче част от тях напуснаха по различни причини. Липсата на достатъчно средства принуждава

ръководствата та университета да замрази дейността си по назначаване на млади преподаватели и окомплектоване на основните катедри с необходимите кадри. За запазване на специалистите по различните специализиращи направления се наложи обединяване на катедри в по-големи звена – сливане на катедри за запазване на наличния кадрови състав. Правилно бяха слети катедри „Подземно разработване на полезни изкопаеми“, / ПРПИ/ и „Открито разработване на полезни изкопаеми“ /ОРПИ/ в обща катедра „Разработване на полезни изкопаеми“/ РПИ/. По късно към нея бе присъединена неправилно и катедра „Руднична вентилация и техническа безопасност“ /РВ и ТБ/. Сега новата катедра има достатъчен състав но няма необходимия капацитет за пълно обучение по специалността РПИ, а МГУ се обезличи от заявени приоритетни научни специалности, които представяха основата на образователно-квалификационната структура на университета

Поради широтата на обучение на минните специалисти по специалността „Разработване на порезни изкопаеми“, които трябва добре да бъдат обучени по отношение на : находищата на минерални ресурси; място на минните въздействия / на повърхността, под земята и под водата;/ начини и средства за минни въздействия / взривни, механични, химични и биотехнологични и др./; условия и на работа и живот; опазване на природната среда и др., считаме, че обучението по тази специалност трябва да се осъществява на едно – инженерно ниво-„минен инженер“ /магистър/. Потъснатата специализация трябва да се извършва вътре в едноименната катедра.

Направеното предложение е мотивирано от факта , че заявените и описани в [1] възможности и умения на завършилият специалността РПИ на ОКС „бакалавър“ не може да бъдат постигнати, без много силна мотивация на студента, усърдна работа и най-вече високо квалифицирани преподаватели коригиращи специалността. Друга причина е създаденото мнение, че специалността е непривлекателна и че е необходима висока организираност и отговорност от минния инженер-бакалавър [1]. Това кара кандидат студентите да не кандидатстват в тази специалност, а завършилите специалността да не продължават да работят по специалността и да продължат обучение и работа в други направления.

Завършилите висше минно образование по специалността РПИ освен, че имат широко образование, трябва да имат и сериозен практически опит, който се формира с работа по специалността и във времето. Затова за тази специалност не важи широко известното правило „ смяна на професията „Минното образование дава професия за цял живот и изисква непрекъснато повишаване на квалификацията.

МГУ „Св. Иван Рилски“ е утвърдена учебно – научна институция в страната и ЕС. Предназначен е за обучение и научно практически изследвания в широката област на минната промишленост. Тази позиция се потвърждава от множеството грамоти и признания, класации от редица рейтингови изследвания и редицата държавно утвърдени специалности. Много са здравите връзки на МГУ с минните предприятия, които оказват всеотдайна помощ.

За съжаление през последните години МГУ изпитва трудности по окомплектоването на преподавателския състав и поддържането на основни научно-изследователските направления. Тези трудности заплашват да подкопаят позициите на университета в страната и чужбина.

Препоръки:

За преодоляването на трудностите посочени по-горе се полагат усилия но не в достатъчна степен. Необходимо е да се активизира работата по следните направления:

Комплектоване на специализиращите катедри с хабилитирани преподаватели;

Утвърждаване на основните катедри и повишаване на преподавателския и изследователски капацитет;

По-силно активизиране на връзките между катедрите на МГУ с минния бизнес и съвместна работа по научно практически задачи и проекти;

Привличане на водещи минни специалисти при обучението на студенти по различни специалности;

Привличане на успешни минни специалисти за разработване на докторски работи и субсидиране на техните изследвания от минните предприятия;

Осигуряване на подкрепа от бизнеса за участие на преподаватели и изследователи от МГУ в международни научно-изследователски проекти /програми/ и фонд „Научни изследвания“;

За поддържане на научно-преподавателското ниво на МГУ, поддържане и разширяване на неговия капацитет, с цел отговаряне на новите предизвикателства пред минната индустрия на страната и ЕС е необходимо увеличаване и формиране на подходящ състав на обединените катедри и повишаване на техния научно-преподавателски капацитет. Това ще повиши намаления, а в някои случаи почти загубеният капацитет на някои катедри да обучават специалисти със специализирани знания и умения.

В съвременните условия, правилно Висшите учебни заведения имат своите Настоятелни съвети. В тях се включват изтъкнати специалисти, политици и бизнесмени с професионална и обществена свързаност с основното направление на дейност на ВУЗ-а. Членовете на тези съвети активно трябва да се включват в управлението и подпомагането на работата на учебните заведения. Те трябва да дават съвети по отношение на структурата, организацията и управлението. По кадровото и организационно укрепване на катедрите, основните и общообразователни дисциплини и специалности. Да помагат за повишаване на нивото на обучение на съставът и капацитетът на преподавателския и изследователски състав.

За съжаление в състава на тези съвети почти не се привличат бивши-изтъкнати педагози - преподаватели от ВУЗ, които да бъдат пряко ангажирани с учебно-изследователската дейност. Затова много често не се вземат правилните, стратегически за всеки ВУЗ решения. Тази констатация важи в голяма степен за МГУ, където през последните години се приемат решения, които противоречат на необходимата стратегия за неговото бъдеще и развитие.

Сега е времето за укрепването на традиционните - основни за МГУ минно-технологични и геоложки специалности, формиращи неговата структура, разширяването на преподавателския състав, запазването и разширяването на капацитета на университета за подготовка на минно-геоложки инженерни кадри, разработване на проекти и извършване на научно-приложни изследвания.

Литература:

1. Най-ценният природен ресурс си ти., Кандидатстудентски каталог. МГУ „Св. Иван Рилски“, 2023 г., www.mgu.bg.

НЕОБХОДИМО ЛИ Е БАКАЛАВЪРСКО ОБУЧЕНИЕ ПО СПЕЦИАЛНОСТ „ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НА ВЗРИВНИТЕ РАБОТИ“

Проф. д-р инж.Кръстьо Дерменджиев e-mail:krderm@mgu.bg
д-р инж.Георги Дачев e-mail:g.dachev@me.government.bg
д-р инж. Кирил Куцаров e-mail: kbkutsarov@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Във връзка с отпочване на обучение по нова специалност в МГУ, курирано от нова катедра със същото наименование, са представени коментари и съпоставителни оценки за необходимостта от това обучение.Посочват се аргументи отхвърлящи бакалавърско обучение по такава специалност. Препоръчва се обучението в това направление да продължи да се извършва със специалността РПИ, която е по-широка и утвърдена в МГУ. На магистърско ниво, за специализация по взривна техника и технологии да се използва съществуващата програма за специалност „ТТВР“, а курирането до се осъществява от обединена катедра „РПИ“

Въведение

Повод за този доклад е публикуваното в [1] съобщение за стартиране на нова бакалавърска програма „Взривна техника и технологии“, нови специалност и нова катедра със същото наименование и прием на студенти за учебната 2024/2025 година. Представено е най-общо съдържанието на програмата, в която са включени модули насочени към приложението на взривните технологии в отбранителната индустрия и националната сигурност. Осъществяването на програмните намерения ще става с партньорски организации, включително и такива от отбранителния сектор. С курсив е представена очакваната квалификационна характеристика на специалиста „бакалавър“ по специалността и възможностите на завършилите да се реализират успешно в минния и отбранителния сектори.

Анализи

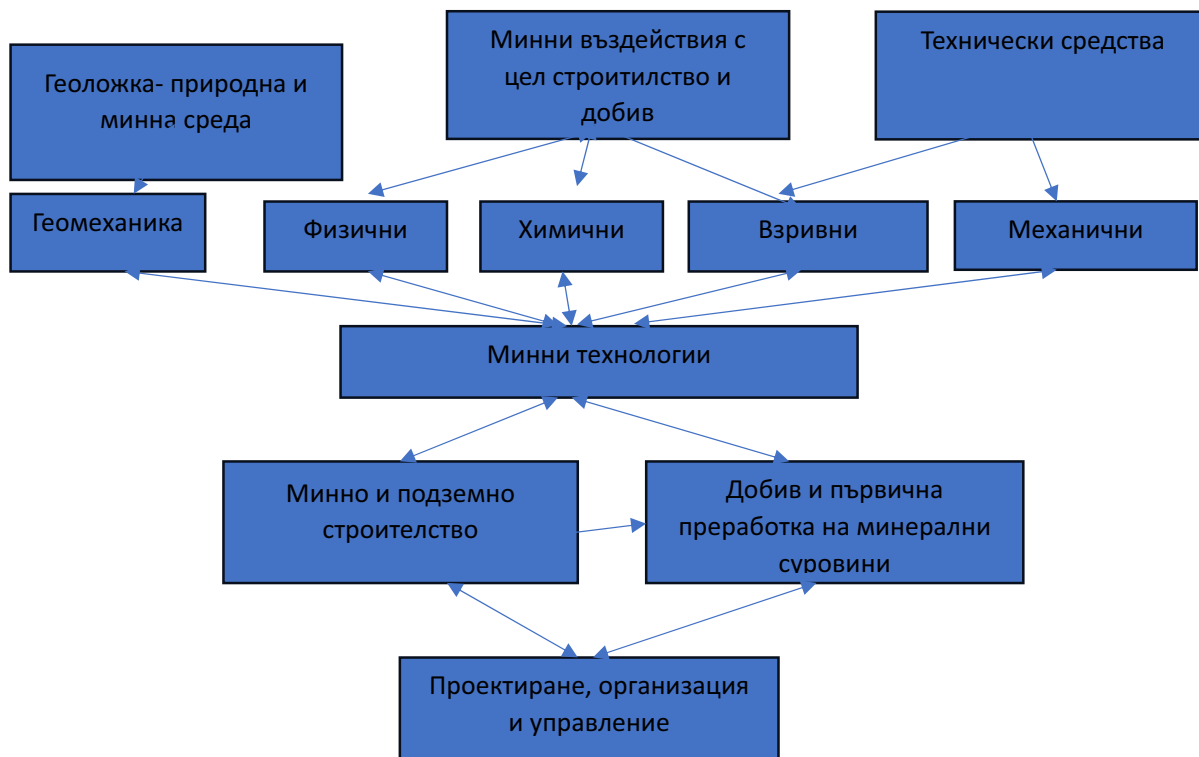
Обвързано с основната специалност,квалификационните, управленски и бизнес интереси на куратора на програмата и специалността може да се приеме, че намеренията са добре обосновани и похвални. Когато обаче излезем от добрите намерения, ще видим, че за тяхното осъществяване съществуват съществени трудности, преодоляването на които няма да е в интерес на МГУ „Св. Иван Рилски“

Първият проблем е, че не е ясно какъв фундамент от знания ще получава базовата специалност ВТТ, минен, военен, химически или „ журналистически“ – поради малкото време за подготовка? В университет като МГУ това трябва да бъде минният. Тогава се питаме, Защо трябва да има бакалавър в една тясна специализация, а не в по-широката специалност „Разработване на полезни изкопаеми“ /РПИ/? В учебния план на тази специалност в достатъчен обем са включени знания и умения по използване на енергията на взрива в миното строителство и добив. Желанието на всеки минен специалист-бакалавър да специализира в областта на ВТТ може да се осъществи във „Висша школа за обучение на персонал за взривни работи“ към МГУ или по магистърската програма на специалността „Техника и технологията на взривните работи“, /ТТВР/, към катедра РПИ.

По предлаганата схема „бакалавър по ВТТ“ всички студенти ще бъдат излъгани, тъй като в МГУ няма кадрови потенциал и достатъчен капацитет за обучение на такъв вид специалисти. За привличане на допълнителни преподаватели военни, химици, физици и взривници ще трябва да се изгради нова специализирана учебна база. Ако това стане МГУ ще бъде принуден да реорганизира част от своите утвърдени катедри и вместо да засили обучението по основните специалности на двете основни нива и формиране на стабилни основни обучаващи звена ще трябва да ги отслаби.

Обучението по ВТТ в рамките на МГУ трябва да бъде организирано от катедра „РПИ“, основно за специалността РПИ на бакалавърско и магистърско ниво, включително и магистърско обучение по специалността ТТВР. Основанията за това са заложи в същността на специалността, представена условно чрез блок-схемата по-долу. На тази схема ясно се виждат базовите елементи на минните технологии и тяхното използване за създаване на минни технологии. Ясно се очертава многообразието от знания и умения, които трябва да придобие минният инженер технолог. Този обем от знания го съпътствуват и се обогатяват през целият му житейски път.

Основни стълбове в минното дело



Оценки

Един от проблемите при бакалавърското обучение по ВТТ е бъдещето на този вид технологични въздействия за градивни, а не за деградивни цели. Бъдещото използване на енергията на взрива ва минностроителни и добивни цели.

Все още използването на енергията на взрива в минното дело е много широко. Почти 90% от добива на рудни и нерудни минерални суровини се осъществява с добивни и строителни технологии основани на пробивно взривни работи, ПВР. В Р. България има достатъчен брой фирми за извършване на ПВР, производство и дистрибуция, транспорт и охрана на складове за експлозиви и средства за взривяване, проектиране, организация и провеждане на взривни работи. Повечето специалисти осъществяващи ПВР обикновено са минни специалисти-технолози, а тези производители са главно химици и физици. В по-голямата степен взривното въздействие чрез ПВР се осъществява при отбиването на здрави скали и възглица в подземни условия.

Въпреки широкото използване на енергията на взрива в минното дело, бъдещето на технологиите основани на ПВР не е добро. В минната практика все по-широко навлизат технологиите основани на механичното и комбинираното въздействие върху минния масив с цел строителство и добив. Като такива се разглеждат комбайновите технологии с механично и механохидравлично въздействие, използване на енергията на съгстения въздух и др. Основно се залага на въздействието

чрез рязане, удар и откъртване. Вече се използва минна механизация с рязане и добив на минни масиви с якост над 120 Мра.

За очертаване на бъдещето на минните технологии основани на ПВР и тези на механичните средства ние ще използваме SWOT анализа за очертаване на силните и слабите страни, придимствата и недостатъците на двете технологии. За анализът ще използваме 14 критериални показатели, които напълно отразяват условията на прилагане, условията на работната среда, същността на въздействието върху минният масив и безопасността при работа.

По-долу в табличен вид са представени резултатите от проведеното изследване.

Таблица 1.

№ по ред	Критериални показатели	Въздействие с ПВР	Механично и хибридно въздействие
1	Мощност на въздействието	голямо, +	средно, -, +
2	Управление на въздействието	ниско, -	голямо, +
3	Степен на безопасност	ниска, -	висока, +
4	Степен на цикличност	висока, -	слаба, +
5	Машинна осигуреност	ниска, -	висока, +
6	Опасност при работа	висока, -	ниска, +
7	Отрицателно въздействие върху масива	високо, -	ниско, +
8	Отделяне на много вредности	високо, -	ниско, +
9	Прецизност и управляемост на въздействието	ниска, -	висока, +
10	Специални изисквания при осигуряване	високи, -	средни, -, +
11	Относителни разходи за осъществяване	ниски, +	средни, -, +
12	Първоначални капиталовложения за машини и съоръжения	ниски, +	високи, -
13	Специални изисквания към проекти и раб. ръка	високи, -	Средни, -, +
14	Възможност за вписване в нови технологии	ниска, -	висока, +

В Таблицата с „+“ са отбелязани силните страни и предимствата на технологията, а с „-“, слабите страни и недостатъците на технологиите. Вижда се, че преобладават предимствата на технологиите основани на механични и хибридни средства за въздействие върху минния масив. Важна възможност на тези въздействия и вписването им в нови добивни технологии, включително и роботизираните. От гледна точка на осигуряване на управлението състоянието на минния масив, критерий 7, механичните технологии дават сериозна възможност за това.

Поради посочените по-горе предимства в световното минно машиностроене се създават много нови механични и хибридни средства за невзривно въздействие върху минния масив с цел прокарване на подземни изработки и добив. Все още в големите открити рудници, в обособени райони преобладаващо се използва енергията на взрива. Поради големият обем на минните работи сега се наблюдава относителен ренесанс в производството на експлозиви, средства за взривяване и технически средства за провеждане и контрол на взривните работи. Изкуствено, даже свързано с военните конфликти и терористичната дейност в света се фаворитизира всичко свързано с техниката и технологията на взривните работи /ТТВР/. Но в това не е бъдещето на минните технологии в открити, подводни и поземни условия. Бъдещето е на механичните, химични и геомеханични технологии, насоченото сондиране и хидроразривните технологии.

Бъдещето на човечеството, както и на минностроителните и добивни технологии не е свързано с производството на експлозиви и взривни технологии. Те неминуемо ще бъдат заменени с хибридни технически средства и технологии.

Обучение

Привидно взривните технологии и използваните експлозиви са ефективни и управляеми. Работата с експлозиви и средства за взривяване е опасна. Въпреки това техниката и технологията на взривни работи успешно се прилага в минното дело от много години. Като елемент от минните технологии енергията на взрива се използва за отбиване, откосиране и раздробяване на минния масив или негови части и много други основни и спомагателни дейности в мините. Затова и тези дейности се изучават при подготовката на минни инженери – технолози, специалност „Разработване на полезни изкопаеми“, /РПИ/. Тези знания им служат да проектират „Паспорт па пробивно-взривни работи, да организират и управляват всички дейности свързани с ПВР. На магистърско ниво в рамките на кат.РПИ специалистите „бакалаври“ може да се обучават по програма за специализация ТТВР. Допълнителна специализация в областта на взривните технологии за Ръководител взривни работи и Проектант на взривни работи може да се получи във „Висша школа за подготовка на специалисти по взривни работи“ към МГУ „Св. Иван Рилски“.

Минното дело обхваща много широк кръг от дейности, които се изпълняват от специалисти с широки и обемни знания и умения. Тези знания са от природни технически социални, организационни и правни науки. Минната дейност се извършва в минна среда – динамично променящи се природни и миннотехнически условия, в които минният специалист трябва да взема адекватни решения.

Минните работи са опасни и динамични и трябва да се извършват от минни специалисти не само квалификационно но и физиологично и психично готови за тези дейности. Затова при подготовката на тези специалисти са включени голям обем от знания и умения. Освен това тези хора трябва да имат определени дадености и желание да се обучават като минни инженери – технолози. За постигане на тези цели е необходимо минното образование да бъде едностепенно-магистърско, в рамките на 5 годишен период. След това да се извършва специализираното обучение по специализациите: геомеханика; ТТВР; минна механизация; организация и управление; минна безопасност; вентилационни системи; минно и подземно строителство; минно проектиране и др.

Разкъсаното обучение по посочените по-горе специалности на бакалавърско ниво е пълна загуба на време, защото ще се произведат само бакалаври по минно дело с т. нар. „Журналистически познания“ за широкия спектър от дейности на истинския минен инженер-технолог.

Над 30 години ръководствата на МГУ поддържаха и създадоха за определен период от време катедра „Техника и технология на взривните работи“, /ТТВР/. Такава катедра вече не съществува но е учредена нова „ВТТ“. В МГУ никога не е водено обучение по специалност „ТТВР“, но сега ще се води по специалност „ВТТ“. Похвално е че няма катедра ТТВР, защото на нейно място се създаде и успешно работи Висшата школа. При създаването на бившата катедра ТТВР се посочваха същите благовидни цели и задачи, които ни се представят и днес и които никога не се осъществиха и завършиха с провал.

Заклучение

Нека да преосмислим намеренията си, да приемем най-доброто решение по статуса на специалността, катедрата и обучението по „Взривна техника и технологии“ и не допуснем следващ провал. Да запазим магистърското обучение по „ТТВР“ на специалисти завършили базовата специалност „РПИ“. Обучението да се курира от кат.РПИ на МГУ на принципната основа „използване на енергията на взрива за многостроителни и добивни цели. Нека не се залита по идеи : за бъдещето на взривните технологии; отбранителен сектор; национална сигурност; производство на взривни материали и др. МГУ „Св. Иван Рилски“ трябва да устоява своите цели и задачи и обучава знаещи и можещи специалисти в областта на минното дело и геологията. Достатъчно обширни области от знания, които напълно обхващат и ефективното използване на енергията на взрива за мирни цели.

Литература

1. МГУ „Св. Иван Рилски“ стартира нова бакалавърска програма „Взривна техника и технологии“ за учебната 2024/2025 година., Сп. „Минно дело и геология“, 7–8/2024, стр.69.

2. Лазаров, Сл. Взривни вещества, средства и начини на взривяване. МГУ, София, 1986г., стр.261.
3. Правилник по безопасност на труда при взривни работи, София, 1997г., 189 стр.
4. ВИДЕКС АД.
5. ЕЛОВИЦА 1895 АД
6. ЕСКАНА ИНВЕСТ96 АД, Варна
7. ЕКСПЛОЗИВПРОГРЕС–ГТМ ООД

ОБУЧЕНИЕТО НА ЧОВЕШКИТЕ РЕСУРСИ В ПОДЗЕМНИЯ ДОБИВ И МИННОТО СТРОИТЕЛСТВО В БЪЛГАРИЯ

Д-р Валентин Коцаков, orpheus_devin@abv.bg

ABSTRACT

This report presents the problem of the training of the employees, working in the underground mining and mining construction sector. One of the most important characteristics of the human resources is their educational and qualification level, because the competitiveness of the nowadays organization depends on them. The training need of the staff is defined as the difference between the required and the existing level of knowledge and skills, and the organization must have a plan to determine the required knowledge, skills and attitudes of the employees.

УВОД

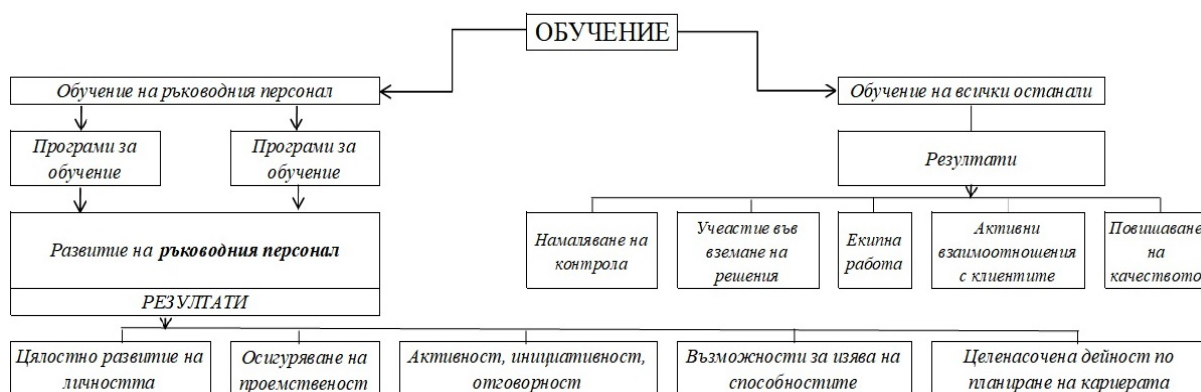
„Управление на качеството започва с обучение и завършва с обучение. Трябва да въведем непрекъснато обучение за всички – от президента на фирмата до обикновения работник” (Каору Ишикава [1])

Въпреки всички съвременни тенденции относно техническото развитие в минната и рудодобивна промишленост, основен движещ фактор си остава човешкият ресурс. Съвременното управление означава да се ръководят мислещи субекти със съответните знания, умения и способности, да се формират и утвърждават у тях съзнание и манталитет, определени чрез комплекс от адекватни мотивиращи въздействия за активизиране на тяхното целенасочено, инициативно и съзидателно поведение.

Най-важният ресурс за всяка организация са хората. Те представляват интелектуален и социален капитал, нематериален актив, който създава стойност, постига резултати, реализира цели. Най-конкурентноспособни са онези организации, които съумяват да привлекат качествените кандидати от пазара на труда и от конкурентните фирми, и умело да ги мотивират да влягат всичко в работата си. Определящ ресурс за всяка една организация са нейните специалисти и тяхната професионална подготовка, мотивация и морално-етична стойност, защото те оползотворяват на практика всички останали ресурси. [2]

Управлението на човешките ресурси на организацията е многостранна дейност на мениджмънта, насочена към взаимоотношенията, взаимодействието и въздействието върху служителите с оглед обогатяване на техния трудов потенциал и постигане на бизнесцелите на организацията. В по-конкретен план може да се определи като процес на направляване на поведението на служителите в трудовата им дейност и професионална реализация по начин, чрез който това, което организацията **очаква и изисква от тях**, да го **„може, иска и прави“** възможно най-добре всеки отделен служител. [3]

Според Армстронг [4], организацията трябва да има план, по който да се определят необходимите знания, умения и нагласи на заетите. Мениджърите трябва да определят нуждите от обучение, а обучението да е свързано с конкретната дейност. Висшето ръководство трябва да засили стремежа за обучение, чрез непрекъснати инвестиции в него. Харизанова и Бояджиев [5] също са на мнение, че „обучението на човешките ресурси е стратегическа функция на управлението на човешките ресурси”. Обучението на служителите трябва да бъде постоянен и непрекъснат процес и да е фокусирано върху конкретните изисквания за извършвана дейност (фиг. 1). „То променя знанията, уменията и нагласите за работа, като в същото време подобрява трудовите резултати”.



Фиг. 1. Обучение и развитие на човешките ресурси [5]

СИТУАЦИЯТА С ЧОВЕШКИТЕ РЕСУРСИ В БЪЛГАРИЯ

Проблемите с човешките ресурси в България могат да бъдат обобщени по следните типове [6]:

1. Демографски:

- Намаляване на населението: това може да доведе до недостиг на работна ръка и предизвикателства в областта на човешките ресурси.

- Застаряващо население: в страната има тенденция за увеличаване на средната възраст на населението. Този демографски проблем може да доведе до увеличаване на броя на пенсионерите и поставя предизвикателства пред поддържането на работната сила.

- Миграция на работната ръка: много млади и образовани българи търсят възможности за работа в чужбина. Това може да доведе до загуба на квалифицирани работници.

- Ниска заетост на жените: въпреки че ситуацията се подобрява, жените в България все още се сблъскват с предизвикателства в достъпа до пазара на труда и кариерното им развитие.

- Младежка безработица: младите хора често се сблъскват с предизвикателства при търсенето на работа и намирането на стабилна кариера, което може да доведе до безработица или нискоквалифицирана заетост.

- Неравенство в заплащането: продължават да съществуват различия в заплащането между мъжете и жените.

2. Икономически:

- Ниска производителност: България се сблъсква с предизвикателства в повишаването на производителността на труда. Това може да се дължи на недостатъчната образователна подготовка на работната сила, липсата на съвременни технологии и иновации в някои сектори.

- Недостиг на квалифицирани работници: някои от секторите, особено тези, които изискват високо технологични умения, се сблъскват с този проблем. Това оказва влияние върху развитието и конкурентоспособността на бизнесите.

- Ниски доходи и заплащане: този факт може да доведе до липса на мотивация за работа и загуба на кадри. Това също може да допринесе за миграция на квалифицирани работници в чужбина.

- Сезонност и несигурност на работата: някои сектори са подложени на сезонни влияния, което води до несигурност на работата, и затруднява планирането и развитието на човешките ресурси.

3. Политически:

- Корупция и бюрокрация: те могат да усложнят бизнес процесите и да представляват пречка за ефективно управление на човешките ресурси.

- Законодателна несигурност: променливата законодателна среда и несигурността във връзка с трудовото законодателство създават предизвикателства за бизнесите.

- Липса на стратегическо планиране: недостатъчната фокусираност от страна на политическите институции върху стратегическото планиране в областта на човешките ресурси води до липса на ясни насоки и цели за образованието, обучението и развитието на работната сила.

- Липса на диалог и сътрудничество: недостатъчната комуникация и сътрудничество между политическите институции, образователните организации и бизнес сектора води до неефективно използване на човешките ресурси и липса на адаптация към променящите се условия.

- Нестабилност в макроикономиката: високата инфлация, външни икономически влияния и др., създават трудности за управлението на човешките ресурси.

4. Образование и обучение:

- Несъответствие между образованието и изискванията на пазара на труда: често образователната система не успява да предостави кадри с необходимите умения и компетенции, които работодателите търсят. Някои образователни програми могат да се фокусират твърде много върху теоретичното обучение, без достатъчно внимание към развитието на практически умения и пригодност за работа в реалната обстановка.

- Липса на актуални технологии и иновации в образованието: застаряла технология и методи в образователните институции представляват проблем, особено в сектори, които изискват бързи технологични промени.

- Недостиг на финансиране за образование: ниските бюджети за образование могат да стеснят достъпа до качествено образование и да засегнат ресурсите, нужни за обучението на кадрите и развитието на преподавателския персонал.

- Неравен достъп до образование: различията в образователния достъп между различни социални групи, региони и етнически общности могат да допринесат за социалните и икономически различия.

- Недостатъчна подкрепа за обучение и преквалификация: обучението след завършване на формалното образование е също толкова важно, но някои служители срещат затруднения в достъпа до програми за преквалификация и обучение на работното място.

5. Социални и културни аспекти:

- Бедност и социално изключване: бедността и социалното изключване оказват влияние върху достъпа до заетост и образование. Хората в рискови групи, като бедни семейства или малцинства, често срещат трудности при намирането на работа и придобиването на необходимите умения.

- Неравенство в достъпа до работа: лица от различни социални групи, включително хора с увреждания или млади хора, могат да срещнат пречки при намирането на работа, поради дискриминация или липса на подходящи условия.

- Проблеми с организационната култура и липсата на възможности за лично и професионално развитие: много хора, особено млади и добре образовани, намират по-лесна реализация в чужбина и това също е мотив за емиграция.

6. Липса на иновации в управлението на човешките ресурси:

- Липса на дигитални умения: във връзка с интегрирането на нови технологии и инструменти в работната обстановка е необходимо служителите да бъдат добре подготвени за използването им.

- Недостиг на иновационна култура: този проблем може да засегне способността на организациите да привличат, задържат и развиват талантите.

- Липса на финансиране за обучение и развитие: това може да бъде пречка за насърчаването на постоянното обучение и преквалификацията на персонала.

- Недостатъчно внимание към развитието на лидерските умения и талантите.

За решаването на посочените дефицити е необходим комплексен и цялостен подход от страна на правителството и местните власти, бизнес сектора и образователните институции, обхващащ образователни, социални, икономически и законодателни мерки, инвестиции в иновации и технологии, както и подобрене на бизнес средата и стимулиране на конкурентоспособността.

Конкретните възможни решения за преодоляване на негативните тенденции на пазара на труда могат да бъдат обобщени по следния начин:

- Целенасочена демографска политика;

- Повишаване на технологичното развитие и дигитализация, което да доведе до по-висока производителност и респективно повишаване на получаваните възнаграждения;

- Сигурна и предвидима законодателна рамка, която да минимизира бюрокрацията и корупцията;
- Повишаване нивото на образование и обучението, включително с по-добър диалог между бизнеса и обучаващите организации (дуално образование, квалификация и преквалификация и др.);
- Политика за повишаване на доходите и покупателната способност;
- По-добра социална политика (в краткосрочен план). Могат да се извършат дейности за мобилизиране на резервите на пазара на труда: безработни и неактивни лица; лицата с увреждания; заетите на непълно работно време; задържането на лица в пенсионна възраст на пазара на труда; обратното завръщане и интегриране в пазара на труда на българи, напуснали страната; привличане на чужденци, желаещи заетост в България;
- Насърчаване на иновациите в управлението на човешките ресурси;
- Подобряване на здравеопазването.

По данни на официалната статистика (НСИ: 2020) ражданията за 2020 г. у нас са 59 440, докато починалите лица са 124 735 или отрицателен нетен прираст в размер на 65 295 души. Наблюдава се значително застаряване на населението. Лицата над 65 г. представляват 21,7% от всички жители на страната, а отношението на населението на възраст над 65 г. (надтрудоспособна възраст) към тези между 15 и 64 г. (трудоспособна възраст) е 34,1%. Дълготрайните прогнози на фона на постоянно нарастващото световно население са населението у нас да продължава да спада, като през 2030 г. се очаква в България да живеят малко над 6,5 млн. души, а до 2050 г. да намалее до 5,8 млн. души. Според World Population Review [7], България е на първо място по смъртност в света с 15,433 смъртни случая на 1 000 души. В същото време се наблюдава висока обща заболяемост.

Проучване, проведено от Симеонова-Ганева и др. [8], стига до следните изводи: „Свиването на населението и предлагането на труд ще окаже негативно въздействие на пазара на труда през следващите няколко години. В дългосрочен план населението в трудоспособна възраст (15 – 64 г.) ще намалее: през 2034 г. този брой ще е 3 965.9 хил., като от 2020 до 2034 г. спадът му ще е 502.8 хил. (спад от 11,3%). През 2034 г. заетите лица се очаква да бъдат 2 962.6 хил., като спадът в заетостта за периода 2020-2034 г. ще е 6%. За същия период коефициентът на заетост на населението нараства постоянно от 70,5% на 74,7%.”

За съжаление, в последните години в страната се наблюдава липса на централизирана и дългосрочна политика относно развитието на човешките ресурси у нас. Подобно е и мнението на Владиков [9], според когото „Европейската политика за утвърждаване на ЕС като „икономика, базирана на знанието“ е ограничена в България както от ниското технологично равнище на икономиката, така и от липсата на държавна политика за целенасочено финансиране на човешки капитал от висш клас”.

Хубавото е, че фирмите не бездействат, а са активни в посока обучение на служителите си. Разработен е механизъм [10] за привличане на работодателите в реализацията на инициативи и проекти за включване на младежи в практическо обучение във фирмите. На тази база са изготвени основни препоръки по отношение на политиките в областта на подготовката на кадри, предоставени на компетентните институции:

- „Засилване ролята на дуалната система за професионално обучение;
- Развитие на ефективна система за професионално ориентиране и кариерно консултиране в средното образование;
- Укрепване ролята на съществуващите университетски кариерни центрове, чрез:
- Използване на възможностите за финансиране, предоставяни от ЕС за развитие на инициативи за кариерно развитие, включително и чрез партньорство в чужбина;
- Реформиране на образователната система: увеличаване и подобряване на практическите занятия в програмите на средното и висшето образование; актуализиране на учебните дисциплини за използване на модерни технологии, иновации, постижения; адаптиране на практическите занятия към конкретни производствени условия; подобряване качеството на образованието чрез повишаване на квалификацията на учителите и университетските преподаватели; концептуална промяна в модела на

преподаване – ориентиране към учещите, стимулиране на креативност, самостоятелност и критично мислене;

- Въвеждане на стаж като официална форма на професионално образование;
- Мотивиране на работодателите за прилагане на менторството в един от ефикасните инструменти за управление на фирменото знание, както и преодоляване на ефекта на „поколенчески антагонизъм“;
- Създаване на стимули за работодателите за приемане на ученици и студенти на учебна практика;
- Провеждане на регулярни ежемесечни проучвания за нивото на младежката безработица;
- Създаване на предпоставки за участие на работодателите при разработване и актуализиране на учебните програми;
- Повишаване активността на бизнеса за привличане на кадри;
- Въвеждане на контрол за качеството на провежданите учебни практики;
- По-задълбочена корпоративната социална отговорност с насоченост към образователните заведения;
- Разработване на съвместни проекти между представители на работодателите, образователните програми и младежите”.

Сред най-значимите за перспективното социално-икономическо развитие на България проблеми се откроява нерационалната образователна структура на населението, която не отговаря на съвременните изисквания на научно-техническия прогрес и осигуряването на стопанството с необходимите квалифицирани кадри за неговата модернизация. Твърде висок за европейските стандарти остава делът на неграмотното и полуграмотното население. Неприемливо висок е и делът на завършилите начално и основно образование. През последните години, поради недостиг на средства, все повече ученици от горния курс и студенти са принудени да прекъсват обучението си и да търсят работа. Тази тенденция влияе отрицателно върху качествените характеристики на формиращите се трудови ресурси и перспективното развитие на страната. [11]

СЪЩНОСТ НА ОБУЧЕНИЕТО НА ЧОВЕШКИТЕ РЕСУРСИ

Въпреки че обучението на човешките ресурси се разглежда като разходен елемент, организацията трябва да разбере, че обучението действително намалява разходите и така обектът ще защити инвестициите си. Набирането на обучен персонал на по-високи постове в други конкурентни организации го прави привлекателен за персонала. Поради тази причина минната индустрия трябва да даде възможност на своите служители да бъдат повишени и възнаградени в собствената си организация. Обучението реално повишава ангажираността на персонала към дружеството и се намалява текучеството. Обученият персонал показва по-качествено обслужване, когато се чувства като част от организацията. Всеки бизнес определя подходящото обучение, въз основа на своите цели и специфика.

Нуждата от обучение на персонала се определя като разликата между необходимото и съществуващото ниво на знания и умения на персонала в организацията. Затова преди да се пристъпи към обучение, е необходимо да се установи каква е всъщност нуждата от обучение. Могат да се разграничат следните основни етапи:

- Ясна визия за развитие на организацията в краткосрочен, средносрочен и дългосрочен аспект;
- Определяне целите на обучението в съответствие със стратегическите планове на компанията;
- Анализ на потребностите от обучение;
- Избор на формите и методите на преподаване;
- Оценка на ефекта от обучението.

Накратко процесът на обучението – основни компоненти на дейността за подготовка и провеждане на програми за обучение е представен на фиг. 2.



Фиг.22. Основни компоненти на дейността за подготовка и провеждане на програми за обучение [12]

Относно развитието на организацията – когато се изготвя подобна визия, трябва да се отговори на въпроси: къде сме в момента и какво искаме да постигнем; кои са преките ни конкуренти; какви са пречките за постигане на целите ни и т.н. На тази база се определят и насоките за обучение на служителите – анализират се както основните етапи (определяне на нуждите от обучение, подготовка и провеждане на тренинг програми, оценяване на ефективността на тренинг програмите), така и вътрешноорганизационни нормативни актове (правилници, указания, стандарти, правила и др.) и стратегически документи (стратегии, политики и др.), които съпровождат съответните дейности. Основната цел на анализа на обучението на човешките ресурси в конкретна организация е да се проучи съществуващ опит и да се формулират насоки за усъвършенстване. Анализът на обучението на човешките ресурси дава отговор на въпросите: кога, какво, как и от кого се прави на всеки етап от обучението на човешките ресурси; кои са основните недостатъци и възможните решения за тяхното преодоляване с оглед да се повиши ефективността на организацията. Акцентира се върху ролята на основните субекти, които планират, организират и провеждат съответните дейности – преки ръководители, структурно звено по УЧР и висше ръководство.

ПРИМЕРНА ПРОГРАМА ЗА ОБУЧЕНИЕ НА ПЕРСОНАЛА

Важен момент в цялостната политика за развитие на една съвременна организация е програмата за обучение на персонала, особено при по-големите обекти. Тя трябва да бъде изготвена след определяне на необходимостта от обучение във всяка конкретна хотелска организация. Когато се подготвят програми за обучение, трябва да се избере най-подходящият метод за обучение. Правилно избраната програмата за обучение на работното място спестява много ненужни разходи за предприятието. Трябва да се види кое от обучението – дали на работното място, или извън него ще бъде по-полезно и по-евтино за предприятието и то да бъде избрано. Продължителността на обучението също трябва да се определи според метода на обучението и нуждата. За да се увеличи ефективността от обучението, то не трябва да е скучно, а това, което се иска, трябва да се преподава по ясен и точен начин.

Системата за развитие на персонала трябва да бъде изградена съобразно мисията, визията за развитие, стратегическите цели и корпоративните ценности на компанията. Трябва ясно да си отговорим: Каква е стратегията на компанията за следващите 3-5 години? Какъв персонал е необходим, за да се постигне тази стратегия? Какви умения и способности трябва да имат хората сега, за да постигнат успех утре, след година, три и пет години?

Методите за обучение на работното място включват: обучение под надзор, образование чрез даване на власт, обучение чрез стаж, чрез промяна на работата (ротационен метод), обучение за

ориентация на работата, обучение чрез комисии и обучение чрез мониторинг. **Обучението извън работното място се провежда по осем различни метода:** лекции, проблемни ситуации, семинар, курс, t-group метод, метод за изследване на случай и получаване на поука (поучителен метод), метод за визуално обучение, метод на „ролева игра“. Тази систематизация посочва, че в организациите могат да се прилагат разнообразни методи за обучение – възможности за учене, за усъвършенстване на знанията, уменията, нагласите и поведението на служителите.

При избора на метод за обучение е важно и да се установят какви конкретни ресурси са необходими. Това е важно, за да се установи дали нашите желаниа се припокриват с възможностите ни. Съществуването на всяка от представените възможности за обучение, изисква определени усилия от страна на организацията. Необходимо е целенасочено и системно да се подбират, подготвят и актуализират конкретни материали (с подходяща структура, съдържание, оформление), които да се предоставят на хората в съответните отдели, като съществена роля в това отношение играят преките ръководители, които познават задълбочено работните процеси, но трябва да имат капацитет да подготвят и актуализират периодично тези материали.

В табл. 1 е дадена примерна схема, по която всяка организация, работеща в сектора на подземния добив и минното строителство може да изгради обучението на служителите си.

Табл.1. Примерна схема на програма за обучение [13]

Наименование на програмата за обучение: Основни характеристики на участниците: брой, структури – по образование, по възраст, по пол, по професии, по длъжности, по трудов опит и др.
Цел на програмата за обучение: – Компетенции, които трябва да се притежават от участниците в края на обучението; Форми на оценяване на обучението: – анкети, които се попълват от участниците непосредствено след приключване на обучението – тестове/изпити за проверка на степента на усвояване на учебния материал – проучване на промяната в изпълнението/представянето на обучаваните след определен период след обучението
Учебна програма: основни тематични модули на програмата за обучение; връзка на всеки тематичен модул с крайната цел на програмата; продължителност на всеки тематичен модул; обучаващи/преподаватели/фасилитатори за всеки модул
Ресурсно обезпечаване на програмата за обучение /уеббинар, е-платформа, интернет, писани материали и др./, информационна база за провеждане, учебни материали за предвидените сесии/занятия, учебни материали, които се предоставят за участниците, други
Персонални отговорници за отделните задачи и ресурси – вкл. роля на преките ръководители
План-програма по дни и часове за предвидените модули, за оценъчните тестове, за обратна връзка и др.

В табл. 2 е систематизиран модел за анализ и създаване на програма за обучение на персонала, който може да бъде използван от организациите.

Табл.2. Примерна структура за анализ на обучението на човешките ресурси [14]

Анализ на обучението на човешките ресурси в организация (примерна структура) Увод 1.Обща характеристика на организацията 1.1 Кратка история и преглед на основните дейности на организация 1.2 Организационно-управленска структура / схема 1.3 Данни за състоянието и динамиката на човешките ресурси в организацията – брой, структура по функционални звена, длъжностни категории и степени / нива, възраст, пол, образователно ниво и др. 2. Анализ на обучението на човешките ресурси в организация 2.1 Вътрешно-организационни нормативни актове (правилници, указания, наредби, правила и др.) и

програмно-стратегически документи (стратегии, политики, планове и др.), които регламентират и съпровождат дейността по обучение на човешките ресурси

- А) Определяне на нуждите от обучение в организацията;
- Б) Подготовка и провеждане на тренинг програми / инициативи в организацията;
- В) Оценяване на ефективността на проведени тренинг програми / инициативи в организацията.

2.2 Практическа дейност в организацията по обучението – характерна за периода на изследването – информация за осъществени дейности в организацията за всеки етап от обучението

- А) Определяне на нуждите от обучение в организацията;
- Б) Подготовка и провеждане на тренинг програми / инициативи в организацията;
- В) Оценяване на ефективността на проведени тренинг програми/инициативи в организацията.

2.3 Основни изводи от анализа на обучението на човешките ресурси в организацията

- А) Проблемни области при определяне на нуждите за обучение в организацията;
- Б) Проблемни области при подготовка и провеждане на тренинг програми/инициативи в организацията;
- В) Проблемни области при оценяване на ефективността на тренинг програми / инициативи в организацията.

3. Насоки за усъвършенстване на обучението на човешките ресурси в организацията (като се имат предвид основните изводи от анализа)

А) Насоки за усъвършенстване на определянето на потребности от обучение в организацията (предложения за използване на резултатите от периодичната оценка на изпълнението, за проучване на становищата на преките ръководители и др.)

Б) Насоки за усъвършенстване на подготовката и провеждането на тренинг програми/инициативи в организацията (предложения за активизиране на ролята на преките ръководители при периодичната подготовка на тренинг и информационни материали и др.)

В) Насоки за усъвършенстване на оценяването на ефективността на тренинг програми/инициативи в организацията (предложения за усъвършенстване на тестовата система за оценяване на обучението чрез електронната платформа и др.)

4. Насоки за усъвършенстване на ролята на основните субекти, които управляват (планират, организират, ръководят и контролират) обучението на човешките ресурси в организацията – преки ръководители; структурно звено по УЧР; висше ръководство на организацията.

Заключение

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бурно променящата се обстановка в последно време неминуемо води след себе си и високи изискването към мениджмънта и подхода му към човешките ресурси, особено в частта, касаеща обучението. В бъдеще ще продължат да съществуват и дори ще благоденстват само организациите, успели да намерят, задържат, мотивират и мобилизират най-качествените и всеотдайни служители. Обучението на човешките ресурси е категоричен способ за увеличаване на конкурентоспособността на една съвременна организация и може по недвусмислен начин да помогне в борбата за оцеляване в турбулентно променящата се социо-икономическа обстановка.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Ишикава, К., 1994, **Тотално управление на качеството в Япония**, изд.къща Христо Ботев, София, стр.39
2. Петрова, З, С. Генов, Е. Петрова-Джеретто, 2019, **Съвременни насоки в управлението на здравната система**, изд. ПИКС ООД, София, стр.93
3. Илиев, Й., 2016, **Системи за управление на човешките ресурси**, изд. Макрос, Пловдив, стр.23
4. Армстронг, М., 1990, **Наръчник за управление на човешките ресурси**, изд. Делфин прес, Бургас
5. Харизанова, М., Д. Бояджиев, 2002, **Управление на човешките ресурси**, перспектива на мениджмънта, б.и., София, стр.168-169
6. Коцаков, В., 2024, **Управление на човешките ресурси на туризма в България – национални предизвикателства и местни особености (на примера на община Девин)**, София

7. World Population Review, <https://worldpopulationreview.com/countries/bulgaria-population>, посетен на 04.12.2021.
8. Симеонова-Ганева, Р., А. Василев, К. Ганев, Л. Димитров, Р. Ангелова, 2019, **Средносрочни и дългосрочни прогнози за развитието на пазара на труда в България: Заетост и дисбаланси на пазара на труда, фактори на предлагането на труд (2008-2034)**, Обединение Човешки капитал, София
9. Владиков, А., 2015, **Икономика, организация и управление на човешкия капитал**, УИ Паисий Хилендарски, Пловдив, стр.23
10. КРИБ, 2016, **Добрите бизнес практики**, София
11. Русев, М., 2008, **Обществена география**, Избрани лекции, методологични указания, информационни ресурси, изд. къща Унискорп ООД, София, стр.354
12. Атанасова, М., 2015, **Обучение и развитие на човешките ресурси в организациите – теория и практика**, изд. Авангард прима, София, стр.33-34
13. Атанасова, М., 2015, **Обучение и развитие на човешките ресурси в организациите – теория и практика**, изд. Авангард прима, София, стр.61-62
14. Атанасова, М., 2015, **Обучение и развитие на човешките ресурси в организациите – теория и практика**, изд. Авангард прима, София, стр.143-145

ИНОВАТИВНИ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРЕПОДАВАНЕ НА ИНЖЕНЕРНА ТЕРМИНОЛОГИЯ НА ЧУЖД ЕЗИК ПОСРЕДСТВОМ ОБРАЗОВАТЕЛНАТА ПЛАТФОРМА QUIZLET

Ст. пр. Велислава Паничкова, velislava.panichkova@mgu.bg
Ст. пр. Моника Христова, monica.hristova@mgu.bg

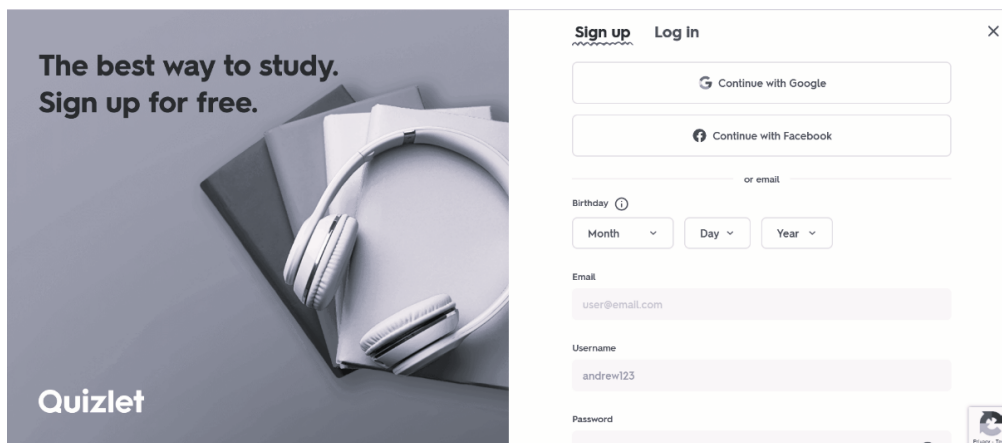
ABSTRACT

The paper presents a contemporary educational platform called QUIZLET. It is used for interactive foreign language learning. The platform enables the lecturer to present a given topic in an interactive and interesting way. In this way the lecturer enhances the interest of learners. Using the platform QUIZLET, the lecturer can receive instant feedback on the level of success of the learners.

Доброто владение на чужди езици става все по-важно за глобалното сътрудничество между специалисти от различни области на науката. Процесите на глобализация поставят нови предизвикателства пред университетските преподаватели. Развитието и напредването на технологиите предоставят възможности на преподавателите за достъп до иновативни дигитални инструменти, с помощта на които да обучават студентите по интерактивен начин и да повишават качеството на учебния процес. Времето, в което се разчиташе само на учебниците, вече отмина. Днес, с въвеждане използването на приложения, интерактивни платформи и онлайн ресурси, преподавателите успяват да направят езиковото обучение по-ангажиращо и ефективно. Независимо дали чрез виртуални класни стаи, учебни игри или базирани на изкуствен интелект езикови приложения, тези инструменти трансформират традиционното езиково обучение и по този начин проправят път към нова ера в образованието.

QUIZLET е наименованието на онлайн платформа за интерактивно обучение. Тя е широко използвана, тъй като предоставя възможности за подпомагане на работата на преподавателите и на процеса на усвояване на нови знания от техните студенти. Платформата дава възможност да се генерира учебно съдържание, съответстващо на нуждите на обучаемите, да се обогатяват часовете с различни видове интерактивни задания и образователни игри, както и да се осъществява обратна връзка с учащите.

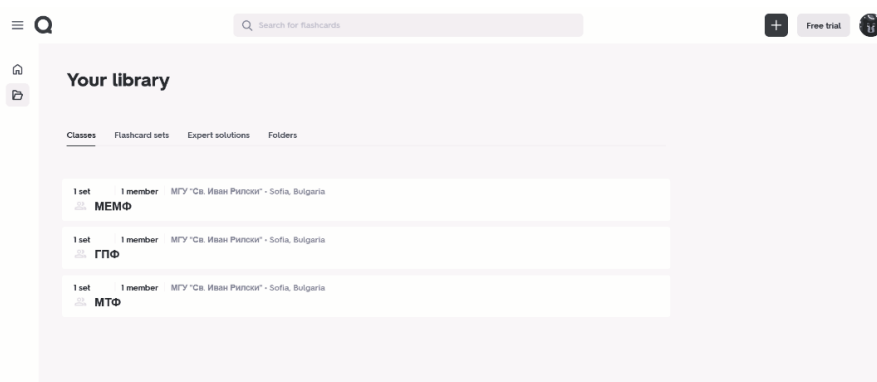
Работата с разглежданата образователна платформа може да се осъществи посредством различни дигитални устройства. Достъпна е за компютър, таблет и мобилен телефон. Има възможност да се използва и като мобилно приложение. Изисква наличие на интернет връзка.



За достъп до платформата се изисква да бъде направена регистрация с въвеждане на имейл и парола. Други начини за връзка с платформата са посредством използването на Google акаунт или

Facebook акаунт. След регистриране потребителят избира от падащо меню своята роля: обучаващият маркира ролята „учител/преподавател“, а обучаемият – „ученик/студент“.

Платформата предоставя възможност на преподавателя да създаде отделни виртуални класни стаи за всяка от групите студенти, на които преподава. Той дава наименование на всяка класна стая, както и уточнява висшето учебно заведение, в което се обучава конкретната група студенти. Създава се съответната класна стая. Следващата задача на преподавателя е да предостави на обучаемите в тази класна стая съответния линк за достъп, който платформата генерира. Следвайки линка, участниците се присъединяват към класната стая. Освен посредством линк, учащите могат да бъдат поканени в екипа чрез въвеждане на имейл адресите им или чрез покана в платформата Google Classroom, ако те вече имат създадена група и там.

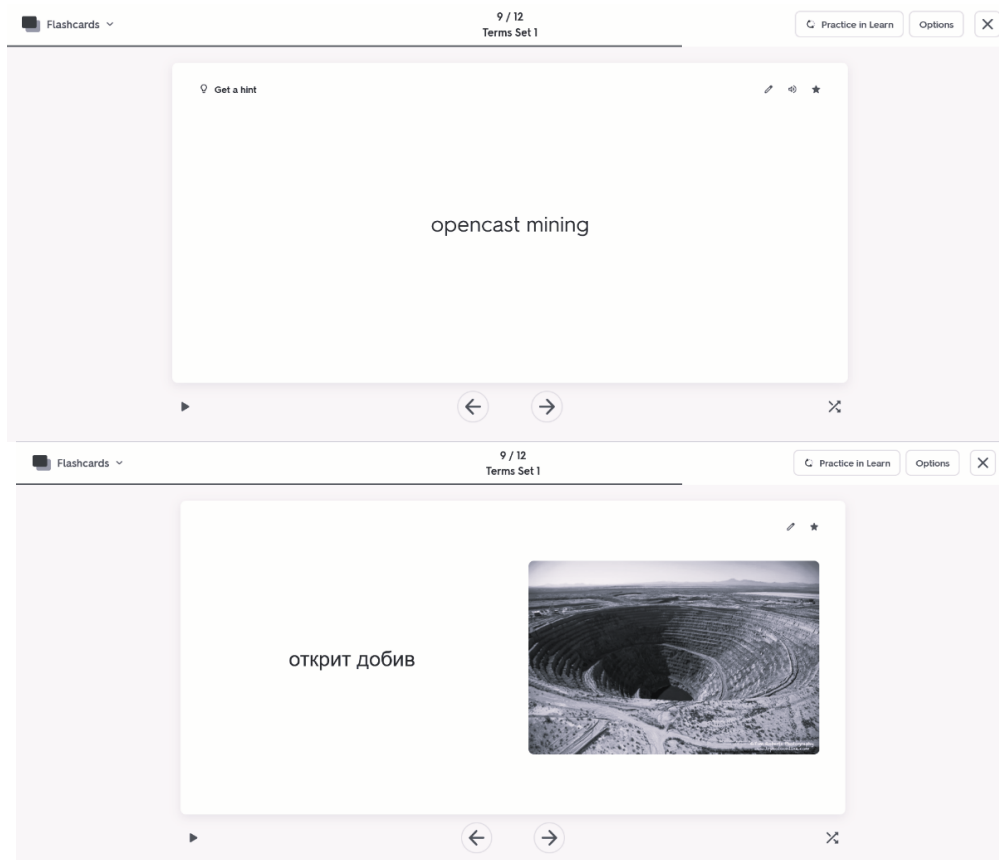


QUIZLET е образователна платформа, посредством която обучаващите се имат възможност да развият своите лексикални умения, усвоявайки нова терминология. Това се постига посредством създаването на т.нар. флашкарти от преподавателя. Флашкартата се явява интерактивно средство, което подпомага ученето и съдейства за по-лесното запомняне на понятия и термини и е особено подходяща при преподаване на техническа терминология. Флашкартата представлява карта с две лица, като и на лицето, и на гърба на картата е въведен текст. Тя се изготвя от преподавателя. Той въвежда дума на изучавания език, която представлява технически термин от съответната урочна единица. Тази дума се изобразява на лицевата страна на картата. След това преподавателят има различни възможности относно информацията, която ще се изобрази на гърба на картата. Една от възможностите е той да напише превода на съответния технически термин на родния език на обучаващия се. Друга възможност е да напише дефиниция на термина на изучавания език. Картата може да съдържа само текст, но е по-ефективна, ако се комбинира с изображение. Колкото повече сетива участват в ученето, толкова по-добри резултати дава то. Платформата предоставя възможност да бъде добавено изображение като допълнителен начин за възприемане на информацията. Преподавателят може да избира изображение от примерни такива, които платформата му предоставя, или да качи собствена снимка, изобразяваща нагледно съответния термин. Обучаващият може да създаде голям набор от флашкарти, които да групира в сетове или комплекти. На всеки набор от карти се задава име, което да съответства на конкретна урочна единица. Комплектът карти включва всички технически термини, които са налични в изучавания урок или тема. Докато създава набора от флашкарти, преподавателят може да управлява достъпа до тях, като задава варианти, а именно: картите да бъдат достъпни за всеки потребител, само за определени класове, само за потребители с достъп чрез парола и др. След като създаде наборите от флашкарти за всички урочни единици, преподавателят ги добавя в съответните класни стаи, от където обучаемите получават достъп до тях по всяко време.

Платформата разполага и с достъп до готови комплекти карти по дадена тематика, които са създадени от други обучаващи и са споделени от тях като общодостъпни за всички потребители. Преподавателят би могъл да подпомогне и ускори работата си по изготвянето на своя набор от карти,

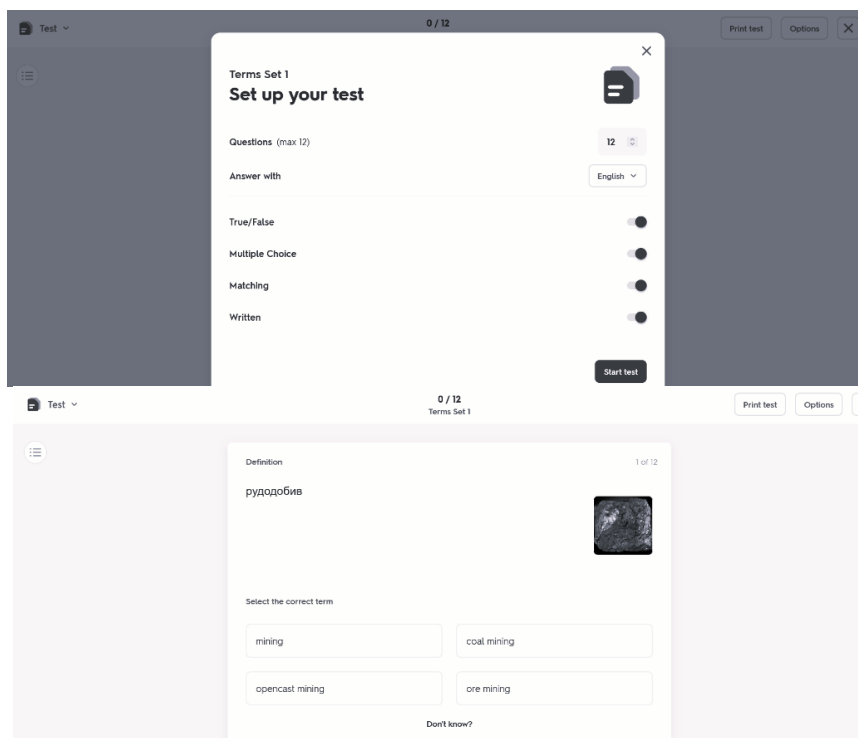
като използва информация от някои от готовите карти и я преработва, за да я адаптира към нуждите на обучаващите се в съответната група.

Посредством флашкартите преподавателят предоставя на студентите новата техническа терминология по съответната тема от учебната програма. Студентите следва да я усвоят, работейки с картите. Ученият вижда картата от лицевата ѝ страна. Кликвайки върху нея, той обръща картата и има възможност да види превода на термина или неговата дефиниция, както и изображението, зададено от преподавателя. Всяка флашкарта може да се върти неограничен брой пъти, докато информацията бъде усвоена от обучаващия се. Благодарение на функцията, която тази платформа притежава, обучаемите имат възможност да чуят и произношението на съответния термин на изучавания език.

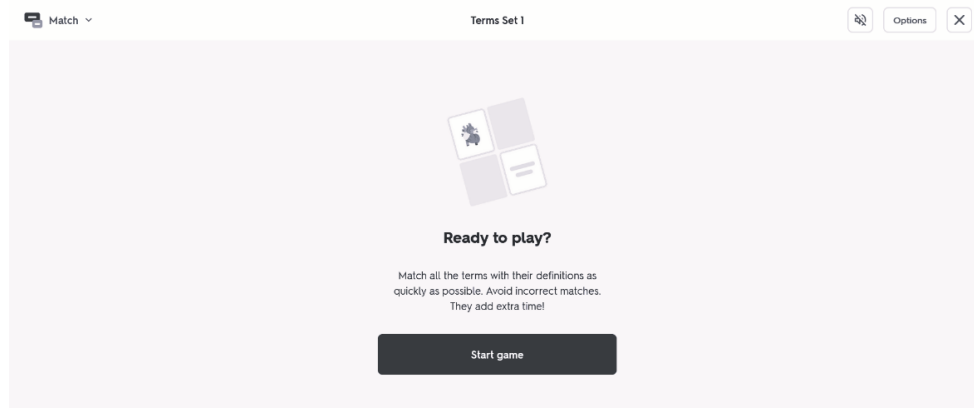


QUIZLET дава възможност на студентите да проверят до каква степен са усвоили новата терминология. Това става посредством функцията Learn. Платформата генерира различни типове упражнения по зададени от обучаващия се критерии. Проверката може да стане посредством въпроси от отворен и затворен тип, посредством флашкарта, на която да се маркира даденият термин като усвоен и др.

Платформата предоставя възможност на обучаемите да проверят степента на усвояване на терминологията и посредством тестове. Това става възможно благодарение на функцията Test. Въпросите в тестовете се генерират от платформата и могат да бъдат от типа „отворени/затворени въпроси“, „вярно/невярно“, свързване на термин с превода/дефиницията му и т.н. Самият обучаващ се може да избере от какъв тип да бъдат въпросите в теста.



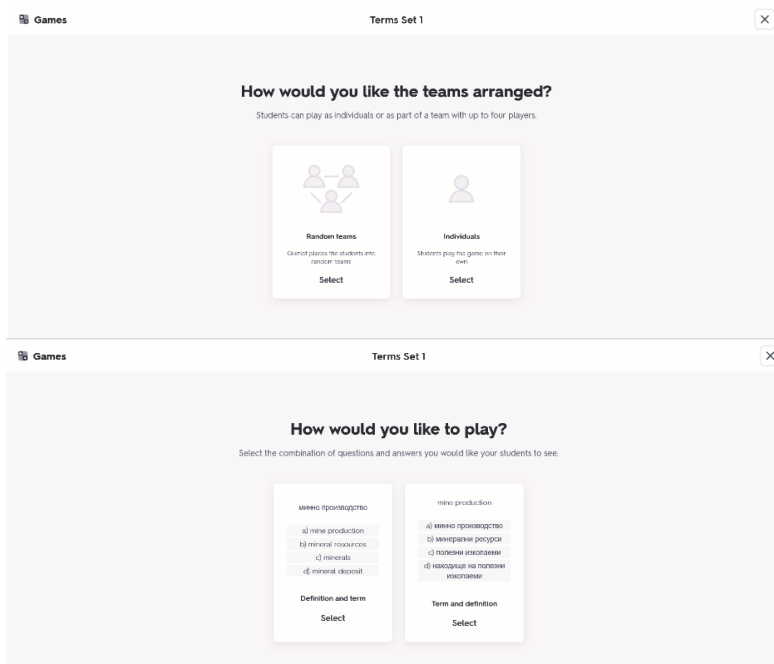
Обучаемите могат да упражнят и затвърдят усвоения материал с помощта на игра, достъпна чрез функцията Match. Със стартирането на играта пред учащия се появяват изображения на лице и гръб на флашкарти с термини на изучавания и на родния език. Участникът трябва последователно да избере двете лица на една и съща карта. При правилно маркирани термин и превод двете изображения изчезват. В края на играта участникът получава информация за времето, за което е успял да свърже термините. Според времето на изпълнение на задачата, той заема своята позиция в общото класиране на всички участници. Играта има състезателен характер, като по този начин мотивира обучаемите да се стремят към висока степен на усвояемост на учебния материал. Тя е един ефективен начин за възприемане на нови знания, тъй като поставя обучаемите в конкурентна среда, която стимулира и насърчава тяхната ангажираност към учебния процес.

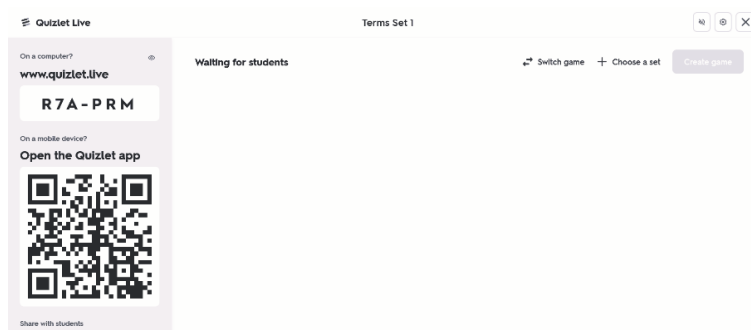




QUIZLET дава добра възможност за преподавателя да получи обратна връзка относно успеваемостта на обучаващите се. Посредством различни игри и активности, които той може да създаде с помощта на функциите на платформата, за него става ясно в каква степен учащите са усвоили новата терминология.

С помощта на функцията Quizlet Live обучаващият може да подготви игра, в която всеки обучаем може да играе индивидуално или обучаемите да бъдат разделени на случаен принцип в отбори от максимум четирима играчи. След като преподавателят зададе как ще играят студентите, той следва да избере типа въпроси, които да виждат участниците. Платформата предлага затворени въпроси, а изборът на преподавателя е дали терминът в началото на въпроса да бъде изписан на родния език на обучаемите, а отговорите да бъдат на изучавания език или в обратния вариант. След като е направил и този избор, преподавателят създава играта. За да даде възможност на участниците да се присъединят от своите устройства, обучаемият им предоставя различни възможности за достъп според устройството, с което работят – линк за достъп, QR код или код за достъп през сайта www.quizlet.live, след което изчаква всички участници да се включат в играта и я стартира.





Платформата QUIZLET е лесна за употреба и не изисква дълъг обучителен период преди използването ѝ. Тя е гъвкава и посредством нея може да се създава разнообразно по вид учебно съдържание. Чрез платформата преподавателят може да засили интереса на студентите към самостоятелна работа и работа в екип, както и ангажираността им към учебния процес. Обучаващият може да възлага различни креативни задания и по този начин да получава обратна връзка за успеваемостта на обучаемите.

Разглежданата образователна платформа би намерила приложение в процеса на обучение на студенти по чужд език в Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ (МГУ). Благодарение на нея преподавателите по чужд език в университета биха получили добра възможност да разработват темите от учебния материал по увлекателен и интересен за възприемане от студентите начин. Използването на подобна платформа в образователния процес би подпомогнало значително студентите в усвояването на нова техническа терминология и знания. За почти всички специалности, обучението по чужд език в МГУ е организирано на принципа „обучение в поток“. Всеки от преподавателите по чужд език би могъл да избере да използва образователната платформа QUIZLET в работата си със студентите от трите потока (Минно-технологичен факултет (МТФ), Геологопроучвателен факултет (ГПФ) и Минно-електромеханичен факултет (МЕМФ)). Той може да създаде три класни стаи в платформата – по една за студентите от всеки поток. По желание на преподавателя, класните стаи могат да бъдат и повече на брой – например за студентите от всяка специалност, избрали да изучават съответния език, може да бъде създадена отделна класна стая. При създаването на комплекти карти с техническа терминология преподавателят също има възможности за избор. Наборът от карти може да съдържа по-общоупотребими технически термини или по-тясно специализирани такива. Комплектът карти с по-обща терминология може да бъде предоставен за усвояване от студентите, които са включени в класната стая като поток. По този начин те ще се запознаят и ще научат термини, които са общи за всички специалности от съответния факултет. В класните стаи на студентите по специалности обучаващият може да качи набора от карти с по-тясно специализирани термини, характерни за съответната специалност.

Преподавателят може да избере и друг начин на работа със студентите от трите потока. Той създава трите класни стаи, по една за поток. Следвайки учебната програма за всеки поток, той създава комплекти карти с термини по общоупотребим чужд език за часовете, през които групата изучава този език. Може комплектите карти да съдържат еднакви термини за трите факултета, като по този начин студентите биха се запознали с терминология, характерна не само за специалностите от своя факултет, но и с такава, характерна за тези от другите два факултета. Това би обогатило познанията и речниковия им запас на чуждия език и би било полезно за бъдещата им професионална реализация и утвърждаване на пазара на труда. След което преподавателят създава други набори от карти с термини, които използва със студентите в часовете по специализиран чужд език. В този случай вече се работи на ниво конкретен факултет, като студентите усвояват строго специализирана техническа терминология по своята специалност и по специалностите от съответния факултет. По този начин студентите от трите факултета ще овладеят по-общата минно-геоложка техническа терминология по време на съответните часове общоупотребим чужд език, след което ще могат да усвоят и по-строго специализирана лексика, специфична за съответната им специалност.

Внедряването на образователната платформа QUIZLET и компетентното ѝ използване в процеса на обучение по чужд език на студентите от МГУ „Св. Иван Рилски“ е една добра възможност за подобряване качеството на учебния процес посредством лесна адаптация на учебния материал към нуждите на обучаемите, разнообразяване на подходите за представяне на нови знания и усвояването им от студентите и използване на интерактивен подход в учебния процес, което стимулира творческото и креативно мислене на обучаващите се.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:

1. Adilbayeva U. et al., Digital Communication Technology for Teaching a Foreign Language and Culture through Reading, 2022, International Journal of Society, Culture and Language, https://www.ijscsl.com/article_252481_f7cdd5f6feeadd4e29ea8900227ee88a.pdf
2. Dragan T., The Use of ICT and Blogs in Teaching Foreign Languages, EDICT, 2021, <https://edict.ro/the-use-of-ict-and-blogs-in-teaching-foreign-languages/>
3. Houcine, S. The effects of ICT on learning/teaching in a foreign language, 2011, http://www.pixel-online.net/ICT4LL2011/common/download/Paper_pdf/IBL69-437-FP-Houcine-ICT4LL2011.pdf
4. Korkut U. I. The Positive Effects of Integrating ICT in Foreign Language Teaching, 5th International Conference "ICT for Language Learning", 2012, https://conference.pixel-online.net/conferences/ICT4LL2012/common/download/Paper_pdf/235-IBT107-FP-Isisag-ICT2012.pdf
5. Setiawan R. M., W. Pangesti., The Effectiveness of Quizlet Application towards Students' Motivation in Learning Vocabulary, Studies in English Language and Education 7(1):83-95, 2020, <http://dx.doi.org/10.24815/siele.v7i1.15359>
6. ПРЕПОРЪКА НА СЪВЕТА от 22 май 2018 година относно ключовите компетентности за учене през целия живот (текст от значение за ЕИП) (2018/С 189/01)

Водеща компания в добива на оловно-цинкови руди

В хармония с Природата



Фотоволтаични



Водноелектрически

предишней центри

предишней центри

Офиси

предишней центри

предишней центри

предишней центри



предишней центри

предишней центри

предишней центри

предишней центри



Енергията и инфраструктурата

Мини, промишлено и гражданско

предишней центри

предишней центри

предишней центри



Минстрой Холдинг АД
бул. „Д-р Г. М. Димитров“ №57
1700 София
tel.: +359 2 963 55 55
fax: +359 2 962 50 85
www.minstroy.com