

## ВЪЗМОЖНИ ПОДХОДИ ЗА ТЕХНИЧЕСКА ЛИКВИДАЦИЯ НА ОБЕКТИ ОТ УРАНОПРЕРАБОТВАНЕТО

Христо Стоев	Димитър Христанов	Евстати Димитров	Велиана Стоянова
Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски" София 1700, България	Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски" София 1700, България	"Евстати Димитров" ЕТ гр. Стара Загора ул. "Цар Симеон Велики" №97	ОВОС при р-н "Кремиковци"

### РЕЗЮМЕ

В настоящата статия са разгледани принципни подходи за техническата ликвидация на уранопреработването в Република България и по-специално в Буховското поле. Посочени са параметрите, състоянието, етапите, възможните начини на ликвидационния процес с паралелна оценка за екологичния риск от тях. Заключениеето обобщава резултати и подчертава преимуществата на взривния метод на разрушаване при тези "радиоактивно замърсени" условия на ликвидационна работа.

### ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ НА ЛИКВИДИРАЩАТА СЕ УРАНОДОБИВНА И УРАНОПРЕРАБОТВАТЕЛНА ДЕЙНОСТ В БУХОВСКОТО РУДНИЧНО ПОЛЕ

Уранодобива в България се организира с откриването през 1920 год. На първото за страната находище разположено в Готенския разломен сноп северно от сегашния град Бухово.

Първите проучвателни канавки, малки кариери, две шахти и една щолна са изработки правени в периода 1936 – 38 год., а през 1939 год. От тях са добити около 300 тона уранова руда.

След известно прекъсване в периода на войната 1941 – 44 год. Проучвателните и добивните работи са продължени, като е оформено Буховското рудно поле с обособени девет находища – "Готен" 1, 2, и 3, "Чамилов камък", "Борче" и "Чора". Добиваната от този район руда съставлява около 26% от общото за страната количество, а съдържанието на уран в нея е около 0.084%.

Добивът в района е извършван предимно по подземен начин, а през 1987 год. Започва и прилагането и на геотехнологичен добив чрез блоково излужване със содови разтвори. Тези два начина на добиване на урановата суровина предопределят и последващата я преработка.

През 1947 год. Е пуснат в действие първият у нас завод за преработка на уранова руда, построен в североизточната част на полето около 1 км от Бухово. Той се отнася към многокапацитетните преработвателни заводи, които обработват количество руда с високо до средно съдържание на уран. Технологичната структура на завода е обособена в шест сградни комплекса функционално

обвързани извършващи цялостна преработка, обогатяване, сорбация и извличане на уранов концентрат при две основни фази – амониев уранил-карбонат и триуранов осмоокис представляващи пазарни продукти.

През първите години на работата на завода – от 1947 до 1956 год. отпадъкът от преработката е изхвърлян директно в намиращата се под завода р. Янешница, а след този период към завода са изградени поетапно две хвостохранилища с обща площ около 560 000 м<sup>2</sup>.

Като цяло дейността по добива и преработката на урановата руда в района е предизвикала дебаланс в компонентите на околната среда, заключаващ се в нарушаване на ландшафтната структура, замърсяване на повърхността като цяло от транспорта на рудата и депонирането на скални маси от рудодобива във формата на табани, замърсяване на подземните води, особено след прилагането на геотехнологичния начин. Най-сериозните и проблематични замърсявания на района обаче са от работата на завода. Изхвърляният през първите години отпадък директно в коритото на р. Янешница е довело до сериозни натрупвания по поречието, популярни като "Разлив Яна", площта на които се оценява на 120 ha.

Интензивният екологичен дебаланс обхваща като цяло Буховското руднично поле в обхвата на което попадат землищата на населените места – Кремиковци, Яна, Горни Богров, Сеславци, Бухово със сериозно повлиян от добивната дейност горски и земеделски фонд. Замърсяванията са предизвикани следствие преработвателната дейност.

Общата непосредствено засегната площ на района е 160000 дка, в урбанизираната част на която живеят около

10200 жители.

## СЪСТОЯНИЕ И ЕТАПИ НА ЛИКВИДАЦИОННИЯ ПРОЦЕС

Дейностите по добива и преработката на уран в страната са прекратени цялостно чрез нормативен правителствен документ – Постановление на Министерския съвет през 1992 год.

С това се слага и началото на ликвидирането на последиците върху околната среда от минодобивната и преработвателна дейност в район Бухово.

С Постановление на МС - №56 от 1994 год. се регламентира поетапната ликвидация на последиците за околната среда от уранодобивната и уранопереработвателната дейности, като са въведени и различни етапи за ликвидиране на тези последици. Етапите са съобразени с комплексното замърсяване и възможностите за възстановяване и проследяване на баланса на засегнатите екосистеми и са организирани – техническа ликвидация, техническа рекултивация, биологична рекултивация, очистка на води и мониторинг при засегнатите територии и обекти.

При отделните етапи от самия процес се генерират различни по вид и с различна степен радиоактивно и други замърсявания, които изискват и различен начин на понататъшно третиране.

Принципно те могат да се разделят на продукти от ликвидацията на отрасъла като цяло и продукти генерирани в процеса на самата ликвидация.

Към първата група от ликвидацията на уранодобивната част могат да се отнесат основно насипищата, кариерите, околошахтовите пространства и изливните води. От ликвидацията на уранопереработването основните екологични проблеми идват от разливите, формирани преди изграждането на хвостохранилища и от некоректното ликвидиране на хвостохранилища.

Възстановяването на екологичното равновесие при този тип източници на замърсяване се базира основно на техническата и биологична рекултивации.

При ликвидационните дейности обхващащи уранопереработвателния отрасъл – преработвателните заводи, в случая ПХП “Металург” се налага техническа ликвидация на отделните обекти от заводската инфраструктура, при което се генерират нови отпадъци с определено радиоактивно замърсяване.

Тук трябва да се обърне внимание на наличието на здравно екологичен риск при отделните части от изпълнението на този вид ликвидационна дейност. Риск възникващ при разрушителните работи в зависимост от прилаганите подходи на разрушаване – ръчно механично или чрез взривен метод; риск при товароразтоварните работи и риск при депонирането на материала от ликвидацията.

## ВЪЗМОЖНИ НАЧИНИ ЗА ТЕХНИЧЕСКА ЛИКВИДАЦИЯ НА СГРАДИ И СЪОРЪЖЕНИЕ ОТ УРАНОПРЕРАБОТВАТЕЛНАТА ДЕЙНОСТ И ОЦЕНКА НА ЕКОЛОГИЧНИЯ РИСК ОТ ТЯХ

Целта на ликвидацията на производствените структури (сгради и съоръжения), на уранопереработвателната дейност е премахването на високо радиоактивно замърсен фонд и създаване на реални условия за работна среда на негово място.

Самият процес на ликвидацията на производствените структури на ПХП “Металург” премина през първата част на техническата ликвидация – разрушителните работи.

Част от отделните подобекти бяха разрушавани чрез ръчно-механичен начин и част чрез прилагане на взривния начин.

И при двата начина бяха спазени изискванията на Специализираните контролни органи с оглед цялостно предотвратяване на здравно-екологичният риск. В настоящата работа се представя оценка за евентуалната приоритетност при избора на по-подходящ начин.

Проблемните дейности при разрушаването са продължителното излагане на работниците в условия на среда с повишена радиоактивност, допирът им до радиоактивно замърсени предмети и отпадъци; генерирането на прахово замърсяване и неговото разпространение.

При ръчно-механичния начин първите два фактора са доминиращи, поради което се налага и ограничен престой на работния персонал на работните площадки. Тук управлението на здравно-екологичният риск се свежда основно до ограничения в престоя и екипиране с подходящи предпазни и защитни облекла и аксесоари. Ако това се отчете като недостатък, то той влияе върху големи групи от работещи, което създава и по-голямата възможност за риск от увреждане при неспазване на отделните изисквания за безопасност. Приемането за елиминирани на евентуално прахово замърсяване при този начин също не е изцяло обезпечен. Падащите от определена височина строителни отпадъци създават определен контур на замърсяване, макар и с малки размери.

Приложеният при повечето обекти (особено подобект №7 “Сушка”) взривен начин показва изключително добри резултати.

При него се ангажират минимален брой работници, главно в пробиването на отвори за полагане на взрива и при минимално време на престой в условията на среда с висока степен на радиоактивност.

Контур на праховото замърсяване, определен на база реален мониторинг по време на взрива показва, че

промените в замърсяването от прах в радиус от 30 метра са в незначителни – от 0,63 mg/m<sup>3</sup> преди взрива, до 0,72 mg/m<sup>3</sup> след него. Нещо повече не се променят мощността на дозата на външно гама-лъчение 75 – 310 mR/h; измерено контактно бета-радиоактивно замърсяване и специфичната радиоактивност на радон определен на 1 метър от повърхността на разрушавания обект. Всички тези показатели са мониторинговата база за оценка на разсейването на радиоактивното замърсяване и тяхното поведение достатъчно красноречиво показва пренебрежимите влияния върху околната среда следствие процеса на взривяване.

Всички измервания са извършени при отчитане и на параметрите на атмосферата, което ги прави съпоставими с резултатите от конвенционалните методи.

Постигането на тези е следствие от приложен метод за управление на взривния процес в условията на взривяване на радиоактивно замърсен материал. Принципите са следните:

- охарактеризиране релефа на терена и възможни въздушни течения;
- конкретизиране на точните реални разстояния от взривения обект до потенциално застрашените обекти и определяне на опасната и охраняема зона;
- класифициране на видове захранвания на обекта, машини, прибори, съоръжения, типове носещи конструкции, видове и начин на изпълнение на вътрешни и външни стени;
- оптимизиране посоката на падане на обекта;
- определяне броя от етапи при изпълнение на разрушаването по взривен начин и конкретната технология на изпълнение неелектрическият ("НОНЕЛ" с милисекундно закъснение) и електрическа (при втория етап – "вторично взривяване");
- изчисляване и определяне на параметрите на пробивно взривните работи, включващи в конкретния случай: специфична дълбочина на зарядното пространство 140 – 190 мм; диаметър на зар. Пространство – 35 – 40 мм; тип ВВ-прахообразно амониево селитрено-патронирано; оптимално количество в единичен заряд 0,055 – 0,065 кг; общ брой на зарядите в границите на 680 – 790 бр., разсъсредоточени във времето от "мигновено" в четири степенни интервали до 2000 мс;
- специфичните мерки за техно и еко безопасност, сигурност и надежност се подразделят на

"предварително-профилактични", "технологични" и "последващи", извършвани непосредствено след взривния процес. Характерни са: предварителен демонтаж на всички машини, съоръжения, тръбопроводи и др., водонапорно измиване на носещи конструкции, стени и др., спазване и съобразяване с изискванията на ПБТВР и др. Нормативни документи, касаещи взривния процес. При изключване на взривяването, следва незабавно ликвидиране на прахововъздушния облак посредством обемни водни завеси и екрани.

Така посочените основни принципи на взривен процес в радиационна среда са базовата част на Проект за извършване на специализирани взривни работи, който от своя страна е съобразен с всички закони, наредби и норми, касаещи атомна енергия, радиационна защита, квалификация и др. Същевременно с това проекта е съгласуван с необходимите контролни и заинтересовани институции

Въз основа на наблюденията и анализите за основните условия в които се налага разрушаване на сгради и съоръжения може да се направи следното заключение:

1. Не се наблюдават значими разлики в контура на праховото замърсяване при двата начина на разрушаване ("механичен", "взривен").
2. При взривния начин се ограничава престоя на обслужващ персонал в работната среда.
3. При нормални атмосферни условия радиоактивното влияние в околната среда е незначително.
4. Взривният метод е предпочитан тъй като едрината на разрушаваната маса е удобна за товаро-разтоварни работи.

## ЛИТЕРАТУРА

- Elaboration of Environmental Monitoring System for Buchovo Mining Area affected by Uranium Mining end processing operation – Report PHAR Program 1999
- Проект за техническа ликвидация на ПХП "Металург" – гр. Бухово: Димитров, Стоев
- Закон за използване на атомната енергия за мирни цели ДВ бр. 69/199 г.
- Основни норми за радиационна защита – Постановление №252/1992 г. на М.С.
- Правилник по безопасност на труда при взривни работи – 1996 г.

## FEASIBLE SOLUTIONS FOR URANIUM PRODUCTION SITES DEMOLITION

Hristo Stoev	Dimitar Hristanov	Evstati Dimitrov	Veliana Stoianova
University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski" Sofia 1700, Bulgaria	University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski" Sofia 1700, Bulgaria	Evstati Dimitrov, Sole Proprietor 97 Simeon Veliki Street Stara Zagora	Environmental Impact Assessment Kremikovtsi Region

### ABSTRACT

This paper reviews the major solutions for demolition of Uranium production sites in the Republic of Bulgaria, emphasizing on the existing sites in the Buhovo Mining Area. It briefs the characteristics, the current conditions, the proposed project phases, and the feasible solutions for demolition of the sites, and presents an evaluation of the environmental risks associated with each method. In conclusion, it summarizes the findings and highlights the advantages of the blast method of demolition for this type of radioactive sites.

### BASIC CHARACTERISTICS OF THE URANIUM MINING AND PRODUCTION IN THE BUHOVO MINING AREA

The Uranium production in Bulgaria began in 1920 in the first Bulgarian Uranium Mine located in the Goten Phacoidal Fault to the north of the town of Buhovo.

The first exploration trenches, small pits, two shafts and one adit were build in 1936-1938, and in 1939 the annual production of the mine was approximately 300 tons of uranium ore.

The Uranium production stopped during the WWII (1941-1944), however the research and production were relaunched after the war, and expanded into the Buhovo Mining Area, which contained 9 separate mines: Goten 1, 2 and 3; Chamilov Kamak, Borche, Chora, etc. The Uranium production of the area was approximately 26 % of the national Uranium production. The Uranium ore mined in the Buhovo Mining Area contained approximately 0,084 % Uranium.

The mining operations were conducted primarily under the surface. Geotechnological block lixiviation by sodium solutions was introduces in the area in 1987. These two mining methods constrain the processing of the Uranium ore.

**The first Uranium processing plant in Bulgaria was build in 1947, 1 km north-east of Buhovo. It was a multipurpose plant for processing ore with high or average Uranium content. The plant consisted of 6 integrated technological**

**units which performed the complete processing, dressing, sorbing and extraction of Uranium concentrate in two basic forms: ammonium-uranil-carbonate and 3-uranium-8-oxide, which were sold on the market.**

In the early days (1947-1956), the production waste was dumped directly in the Yaneshnitsa River, which floats in close proximity to the plant. Two permanent tailings ponds with a total capacity of 660,000 m<sup>2</sup> were build later.

The environmental effects of the Uranium production in the area are: destruction of the landscape, surface pollution from the ore transport facilities, deposition of waste earth and rock material in waste banks, pollution of the ground waters, especially after implementation of the geotechnological lixiviation, however, the most severe environmental damage results from the operation of the processing plan. The waste dumped directly in the Yaneshnitsa River resulted in large waste deposits in the river bed, known as "Yana Spillover", with a total estimated area of 120 hectares.

The severe environmental disbalance extends to the whole Buhovo Mining Area, which includes: the villages of Kremikovtsi, Yana, Gorni Bogrov, Soslavtsi and the town of Buhovo; and seriously damages forest and agricultural areas. As noted above, the pollution results primarily from the processing operations.

The total impacted area in the region is approximately 160,000 decares, which is inhabited (primarily in the urban parts) approximately 10,200 people.

## **CURRENT STATE AND PHASES IN THE PROCESS OF ENVIRONMENTAL REHABILITATION.**

In 1992, the Decree of the Council of Ministers terminated all Uranium production in the territory of the Republic of Bulgaria and launched the process of environmental rehabilitation of the Buhovo Mining Area.

Decree No. 56 of the Council of Ministers dd 1994 defines the staged rehabilitation of the environment from the impact of Uranium mining and production operations. The phases take into account the complex pollution, the feasible rehabilitation solutions and the changing balance of the impacted ecosystems. The decree defined the following phases: demolition of the production facilities, mechanical rehabilitation biological rehabilitation, cleaning the water pollution and monitoring the impacted areas.

The different phases of the environmental rehabilitation process take care of different types and levels of radioactive and other physical, chemical or biological pollution, which require different rehabilitation procedures.

The types of pollution can be subdivided into two categories: pollution generated by the mining and the processing operations and pollution generated in the process of demolition of the production facilities and environmental rehabilitation.

The first type of pollution includes waste piles, banks, pits, quarries, damaged areas around the shafts, waste waters. However, the most serious problems are the waste deposits in the river bed of Yaneshnitsa River, which accumulated before the building of the tailings ponds, and the impact of the inappropriate demolition of the tailings ponds. The environmental rehabilitation for this type of pollution involves primarily mechanical and biological procedures.

The second type of pollution includes the mining and processing infrastructure, in this case, the Metallurg Processing Plant. However the demolition of the processing facilities will render new radioactive waste.

We have to take consideration of the environmental risks involved in the different implementation stages of the plant demolition. The environmental risk in general, depends on the following: the method and the concrete solution for the demolition of the plant. There are two feasible solutions, one involves manual and machine demolition, the other – blast demolition; the transportation method of the resulting waste; and the depositing of the waste material.

## **FEASIBLE SOLUTIONS FOR DEMOLITION OF THE URANIUM PRODUCTION FACILITIES AND EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL RISK.**

The purpose of the demolition of the production facilities (buildings and equipment) for mining and processing Uranium is to eliminate the high radiation in the area, and to provide normal work condition on the site.

The first mechanical stage of the demolition process of the Metallurg Processing Plant is already completed. Some of the facilities were demolished manually or by demolition machines, the other – by pinpoint blasts.

The implementation of both methods met all requirements of the relevant control authorities concerning the health and environmental risks. This paper describes the method of prioritizing and selecting the appropriated demolition method during this stage.

Some of the problems during the demolition process are the prolonged exposure of the workers to radioactive radiation, contact with radioactive waste and objects, generating mechanical pollution (dust) and its distribution.

The first two problems dominate the manual and machine demolition of the facilities, and require a brief stay of the workers on the project site. Here, the management of the health and environmental risk boils down to limiting the period of time when the workers are on the site, providing appropriate protective equipment and clothing. Any failure to meet the health and environmental requirements results in unreasonably high health and environmental risk. This method of demolition also fails to eliminate the dust pollution completely. The falling pieces of the buildings and the construction waste create a distinct area impacted by dust pollution, but it is smaller than the impacted area when using blast demolition.

Blast demolition was used for most of the facilities (especially for the demolition of facility No 7 - Sushka). The demolition of facility No.7 required minimum number of workers, who made holes in the building and placed the explosives for a minimum time and in highly radioactive environment.

The scope of the dust pollution, determined during monitoring the blast operation indicated that the changes in the amount of dust within 30 m of the blast are very small. The level of the dust increased from 0.63 mg/m<sup>3</sup> before the blast to 0.72 mg/m<sup>3</sup> after the blast. In addition to that the gamma-radiation remained 75-310 mR/h, the beta-radiation and the specific radioactivity of Radon at 1 m of the surface of the demolished structure did not change. This information indicates that there is only negligible environmental impact from the blast.

All measurement were taken with respect to the measurement of the atmosphere, which enables comparison with results measured by conventional methods.

The lower environmental impact of this demolition method results from the method for management of the blast of the radioactive material, which is governed by the following principle:

5. description of the landscape and all air-drafts and currents.
6. determining the distance from the demolished objects to potential objects of impact, and defining the safety (guarded) zone around the blast.
7. classification of the types of power and utilities supply to the facility, machines, instruments, types of bearing structures, construction of external and internal walls.
8. optimizing the direction of falling of the demolished object.

9. defining the number, sequences and stages in the blast demolition on non-electric detonation (NONEL with delay of milliseconds) and electric detonation (in the second demolition phase – secondary blast).
10. estimating and defining the parameters of the holes, including specific depth of the charge hole of 140-190 mm, diameter of a dice. Space 35-40 mm; type BB pulverous ammonium-nitrate - cartridged, the optimal quantity for one charge – 0.055-0.065 kg, total number of charges for the building/facility – 680-790 units, blast separated in time by 4-stage intervals of up to 2000 ms.
11. specific data of the environmental and health safety, and classification as preliminary, technological and supplementary actions immediately after the blast process. One of the characteristics of the process is the dismantling of all machines, equipment and pipes, washing with high-pressure water of the bearing structures, walls, etc, meeting or achieving compliance with all labor safety and health provisions and other regulations applicable to the blast process. Immediately after the blast, the dust is liquidated by water curtains and screens.

These basic rules and principles of the blast process in radioactive environment are the fundamental concept of the project implementation for blast demolition of the plant facilities and infrastructure. The project is customized to specialized blast operations, and is in compliance with all applicable legislation, including those concerning the use of nuclear energy, radiation protection, qualifications, etc. At the same time, the project is coordinated with all respective control

authorities and parties, who have any interest in the project implementation (institutions)

Based on the observations and analysis of the conditions and restrictions for the implementation of the demolition phase of the project, we can make the following conclusions:

1. There are no significant differences in the extent of the dust pollution resulting from the two different demolition methods (manual and blast).
2. The blast demolition ensures lower exposure of the workers to radiation.
3. In normal atmospheric condition, the environmental impact is negligible.
4. The blast demolition method should be preferred, since it renders waste material of size, which facilitates the load and transport operations.

#### REFERENCES

- Elaboration of Environmental Monitoring System for Buhovo Mining Area affected by Uranium Mining and Processing Operations – Report PHAR Program 1999.
- Dimitrov, Stoev. Project for the Demolition of the Metallurg Processing Plant in the town of Buhovo.
- The Peaceful Use of Atomic Energy Act – Official Journal, issue 69/1995.
- Basic Requirement for Radiation Protection – Decree No. 252/1992 of the Council of Ministers.
- Labor Safety Regulations for Blast Works – 1996.

*Recommended for publication by Department  
of Opencast Mining and Blasting, Faculty of Mining Technology*