

proyectos en torno a la aplicación de las explosiones nucleares con fines pacíficos en la urss

Se han facilitado al Organismo tres memorias redactadas en la URSS para que las comunique a los Estados Miembros.

En una de ellas se estudia la contaminación radiactiva del medio ambiente debida a las explosiones subterráneas y los métodos para pronosticarla. Otra se refiere a los efectos mecánicos de estas explosiones.

En la tercera, que constituye la base del presente artículo, se examinan las posibles aplicaciones de las explosiones nucleares de carácter pacífico, desde el punto de vista de la economía soviética.

Naturaleza del problema

La Unión Soviética, país en que los trabajos de construcción alcanzan un enorme volumen y existen vastas regiones de clima extremo y muy escasamente pobladas, con extensos yacimientos de mineral, ofrece amplias perspectivas para la aplicación industrial de las explosiones nucleares subterráneas.

La investigación científica ocupa un lugar predominante en los planes de aplicación industrial de las explosiones nucleares en el futuro.

Se han estudiado las explosiones confinadas y las realizadas con fines de excavación (disgregación de rocas, formación de cráteres, etc.).

La aplicación industrial de las explosiones confinadas, menos peligrosas que las de excavación, viene siendo objeto de amplios estudios. El hecho de que los experimentos y la investigación se centren principalmente en las explosiones confinadas se debe a que la Unión Soviética observa estrictamente el Tratado por el que se Prohíben los Ensayos con Armas Nucleares en la Atmósfera, el Espacio Ultraterrestre y debajo del Agua.

Los cálculos e investigaciones demuestran que la fragmentación y la excavación de grandes masas de roca y tierra resultan mucho más económicas con los explosivos nucleares que con los métodos modernos de minería. Se estima que en la realización de algunos proyectos podrían ahorrarse decenas, incluso centenas, de millones de rublos recurriendo a las explosiones nucleares.

Las investigaciones han proporcionado valiosos datos científicos y técnicos acerca de los efectos mecánicos, sísmicos y radiológicos de las explosiones nucleares. También se han estudiado las propiedades mecánicas de la roca fragmentada y fracturada, así como de los materiales eyectados.

Al tiempo que se estudian las explosiones nucleares en sí se trabaja intensamente para determinar sus campos de aplicación y las actividades que se prestan para el empleo de dichas explosiones con fines industriales.

Teniendo presentes los efectos de las explosiones nucleares subterráneas en el medio geológico, se están preparando los proyectos y realizando estudios acerca de las siguientes posibilidades de aplicación industrial en diferentes sectores de la economía soviética:

Explosiones con fines de excavación

Puesta al descubierto de yacimientos minerales;
Construcción de canales;
Construcción de presas de tierra o de escollera;
Construcción de embalses;
Formación de trincheras y terraplenes para ferrocarriles y carreteras;
Construcción de puentes;
Formación de cráteres para la evacuación de residuos de las industrias minera y de transformación.

Explosiones confinadas

Explotación a fondo de yacimientos de petróleo y gas natural;
Apertura de cavidades subterráneas para almacenar gas natural, productos de condensación y petrolíferos;
Apertura de cavidades subterráneas para enterrar residuos industriales biológicamente peligrosos;
Explotación subterránea de yacimientos minerales;
Alivio de la presión sobre la montera (para evitar, por ejemplo, las erupciones de petróleo y gas).

Se han elaborado varios proyectos, que prevén la realización de explosiones nucleares subterráneas, referentes a obras de ingeniería civil

y de preparación y explotación de grandes yacimientos de minerales. Sus autores se han basado en gran medida en los resultados de las investigaciones teóricas y prácticas sobre los efectos mecánicos de las explosiones en el medio geológico, así como sobre la aptitud de éstas para determinadas aplicaciones. También se han servido de los conocimientos teóricos y prácticos referentes al empleo, tanto en la Unión Soviética como en el extranjero, de altos explosivos clásicos para construir embalses, presas y canales, explotar canteras, abrir galerías subterráneas, etc.

Los problemas de carácter técnico y científico se han estudiado mediante:

Explosiones simuladas en laboratorio;

Ensayos con explosivos químicos en el terreno;

Explosiones nucleares experimentales y en pequeña escala, tanto en los polígonos de ensayo como en los lugares de ejecución de los eventuales proyectos.

Aumentando paulatinamente la potencia de los explosivos se ha logrado ampliar en gran medida el alcance de las investigaciones, que abarcan los siguientes temas:

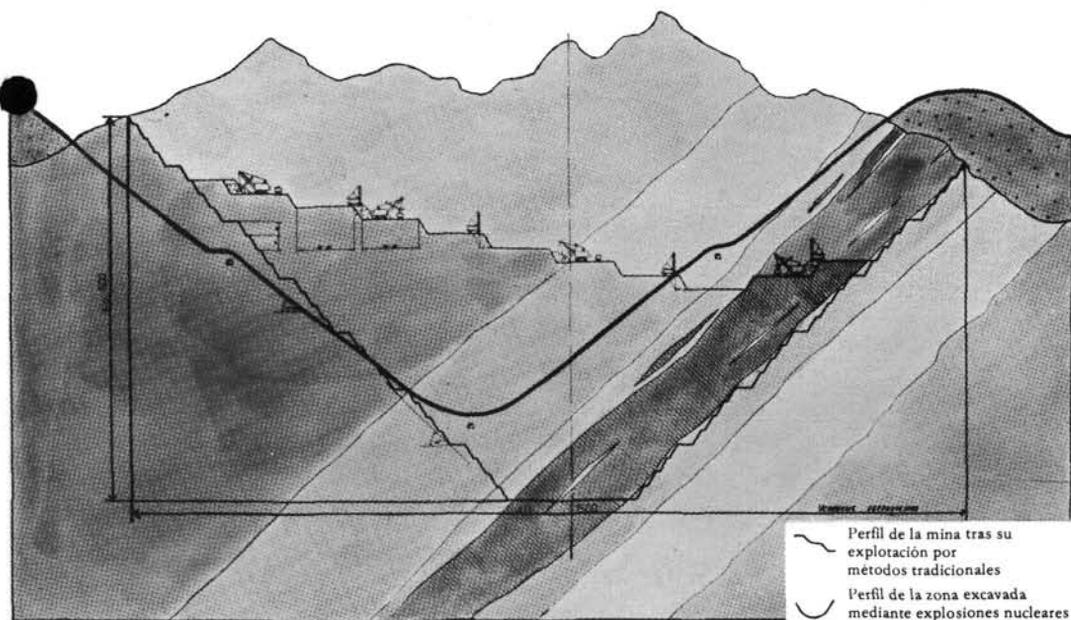
Estudio cualitativo y cuantitativo de los efectos mecánicos (fragmentación y redistribución de los materiales de la corteza terrestre), sísmicos, radiológicos y térmicos de las explosiones nucleares;

Definición de procedimientos técnicos óptimos para llevar a cabo explosiones nucleares de carácter industrial;

Acopio de datos sobre estabilidad de las obras realizadas con ayuda de explosiones nucleares;

Estudio de los efectos que tienen en la estabilidad de las instalaciones de superficie y subterráneas, etc., las ondas sísmicas producidas por los explosivos ordinarios y los nucleares.

Posibles excavaciones para poner al descubierto yacimientos minerales.



Los positivos resultados de los estudios teóricos y de las explosiones experimentales y en pequeña escala justifican la propuesta de diversos proyectos de importancia en los que se prevé la aplicación industrial de las explosiones nucleares.

En el informe que figura a continuación se describen brevemente las explosiones e investigaciones ya realizadas y se exponen en líneas generales diversos proyectos.

Excavaciones

I. Construcción de embalses

Las regiones desérticas y áridas existentes en las repúblicas de la Unión Soviética situadas en Asia Central padecen crónicamente una gran escasez de agua, que en la actualidad plantea un verdadero problema económico, dado el desarrollo de la ganadería, la expansión de la agricultura de regadío y la roturación y colonización de tierras vírgenes.

Una característica de estas regiones es que la mayor parte de las aguas de superficie pasan a engrosar el caudal de los ríos en primavera, de manera que la aportación pluvial sólo puede aprovecharse directamente en esa estación. El problema que plantea el suministro de agua en estas regiones en desarrollo puede resolverse creando una amplia red de embalses que regulen la afluencia de agua en primavera y permitan utilizar racionalmente el agua disponible durante todo el período de crecimiento de las plantas.

Dada la experiencia adquirida en la Unión Soviética y en los Estados Unidos, gracias a los ensayos sobre formación de cráteres, las explosiones nucleares ayudarán a resolver este problema económico con gran rapidez.

Un ejemplo de la aplicación de las explosiones nucleares en este sentido es el proyecto de construcción de un embalse para riego y ensayos, cuyo conjunto abarcará dos presas de contención, un aliviadero, un muro de encauzamiento, una presa de tierra de perfil normal con desagüe en la base, un canal de admisión y un canal principal de riego.

La capacidad total del embalse proyectado será de 30 millones de metros cúbicos y su capacidad útil de 27 millones de metros cúbicos. Después de una fase inicial de funcionamiento que durará varios años, la aportación anual garantizada será de 10,8 millones de metros cúbicos (20 millones en las épocas de sequía), lo que representa el 75% del agua que necesita la región.

La primera fase será la formación de las dos presas de contención mediante dos cargas atómicas de 150 kilotonnes (kt) que se harán estallar en una formación de porfirita, a 185 m de profundidad; esta profundidad se ha calculado de forma que los bordes del cráter producido por la explosión alcancen una altura máxima, evitándose así la necesidad de recrecerlos posteriormente hasta la cota requerida.

Las dimensiones calculadas del cráter son las siguientes:

Díámetro	180 m
Profundidad	105 m
Altura máxima del borde	31,5 m
Radio de la zona de fracturación circundante	650 m
Volumen del material eyectado	5,7 millones de metros cúbicos

La región en que tendrán lugar las explosiones está muy escasamente poblada y, por consiguiente, no será necesario tomar grandes precauciones contra los efectos sísmicos y radiológicos.

La extensión de las zonas prohibidas por razones de seguridad radiológica se ha calculado sobre la base de los valores dados por Johnson y Higgins para la cantidad de productos radiactivos dispersados por las explosiones de este tipo (Documento P/291 "Engineering applications of nuclear explosives-project Plowshare", presentado en la Tercera Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos, celebrada en Ginebra en 1964).

La fecha de las explosiones dependerá de las condiciones meteorológicas, que han de ser favorables desde el punto de vista de las medidas de seguridad especialmente previstas para este proyecto.

Las obras ordinarias de construcción se iniciarán dos meses después de las explosiones y se terminarán en el curso de los cinco meses siguientes. La dosis de irradiación que recibirá el personal en estos trabajos no excederá de la admisible (5 R/año). Según los cálculos, la concentración del estroncio-90 en el agua será mucho menor que la máxima admisible.

Gracias al empleo de explosivos nucleares los gastos de construcción de las presas de contención serán 1,5 veces menores que si se empleasen las técnicas ordinarias de ingeniería civil.

II. Construcción de canales

Proyecto para desviar hacia el Volga ríos del norte

En el curso de los últimos 35 años, el nivel del mar Caspio ha descendido 2,5 m como resultado de la irregularidad del clima, del mayor consumo de agua y de la construcción de embalses en el Volga, el Kama y otros ríos de la cuenca del Caspio. Este descenso ha perjudicado considerablemente la pesca, el transporte marítimo y otras industrias del litoral.

Los cálculos demuestran que, aun en condiciones climáticas favorables, la realización de las obras de aprovechamiento de recursos hídricos con distintos fines, previstas para el futuro provocará un nuevo descenso de las aguas del Caspio, que bajarán 0,6 m hacia 1980 y 1,70 m hacia el año 2000.

Es posible satisfacer la creciente necesidad de agua en las regiones centrales y meridionales de la parte europea de la Unión Soviética y estabilizar el nivel del mar Caspio desviando ríos del norte (en particular el Péchora), cuyo caudal es superior a las necesidades de las regiones septentrionales.

Además de complejas obras de ingeniería hidráulica, el proyecto supone la construcción de un profundo canal de 112,5 km a través de la cuenca del Péchora-Kolva.

Los cálculos relativos a este proyecto justifican el empleo de explosivos nucleares espaciados para excavar un tramo de 65 km, a través de un terreno rocoso en el que se encuentran las mayores elevaciones; los tramos restantes, en terreno con formaciones más blandas y cuyas elevaciones no exceden de 130 a 140 m, se construirán según las técnicas clásicas de ingeniería hidráulica.

Las formaciones geológicas de la región en que se emplearán los explosivos nucleares están constituidas principalmente por arenisca,

aleuritas y halita. Por otra parte, esta región está escasamente poblada (menos de 1 habitante por kilómetro cuadrado).

Se proyecta abrir un canal con una sección transversal útil de 5 000 metros cuadrados por detonación simultánea de diversas cargas espaciadas longitudinalmente. Para colocarlas —en conjunto se requerirán unas 250— a la profundidad apropiada (de 150 a 285 m) será preciso hacer perforaciones por una longitud total de cerca de 65 000 m.

Los cálculos demuestran que la explosión simultánea de 20 cargas equivalentes en total a 3 megatonnes de TNT, crea a lo largo del canal una zona elíptica de peligro con un eje mayor de 20 km.

Gracias al empleo de explosivos nucleares los gastos de construcción del canal serán de 3 a 3,5 veces menores que si se empleasen los métodos clásicos.

III. Puesta al descubierto de yacimientos minerales

Puede recurrirse a las explosiones nucleares en la minería a cielo abierto para levantar la montera estéril, abrir trincheras de acceso y triturar el mineral y la roca circundante.

Se tiene el propósito de utilizar cargas nucleares agrupadas para desplazar la montera de un vasto yacimiento de metales no férricos situado en una región cuyas condiciones geográficas, económicas y climáticas —entre ellas la de estar el terreno permanentemente helado hasta una profundidad de 650 m— son las propias de la zona ártica. Otra característica de esta región son los frecuentes terremotos y corrimientos de tierra. Su índice demográfico es muy bajo (1 habitante/20 km²) y el yacimiento se encuentra muy alejado de las actuales vías de comunicación.

La mineralización se circunscribe a una formación de arenisca, y la longitud de la zona que contiene minerales en cantidades interesantes desde el punto de vista industrial es de 11 a 12 km.

Alrededor del 70% del mineral se explotará a cielo abierto, lo que supone la remoción de los 2 300 millones de metros cúbicos que constituyen la montera. Una excavación de esta magnitud exigiría, si se realizase por los métodos clásicos, gran cantidad de equipo pesado de minería y movimiento de tierras; sin embargo, la propia dureza de las condiciones climáticas, lo inhóspito de la región y su alejamiento de las principales rutas y fuentes de energía eléctrica, hacen aconsejable —incluso ventajosa—, la realización del proyecto con ayuda de explosivos nucleares.

Así pues, en las zonas destinadas a la explotación se desplazarán, mediante explosiones múltiples, 900 de los 2 300 millones de metros cúbicos de material que forman la montera, previéndose un ahorro de 1 000 millones de rublos por la reducción de costos.

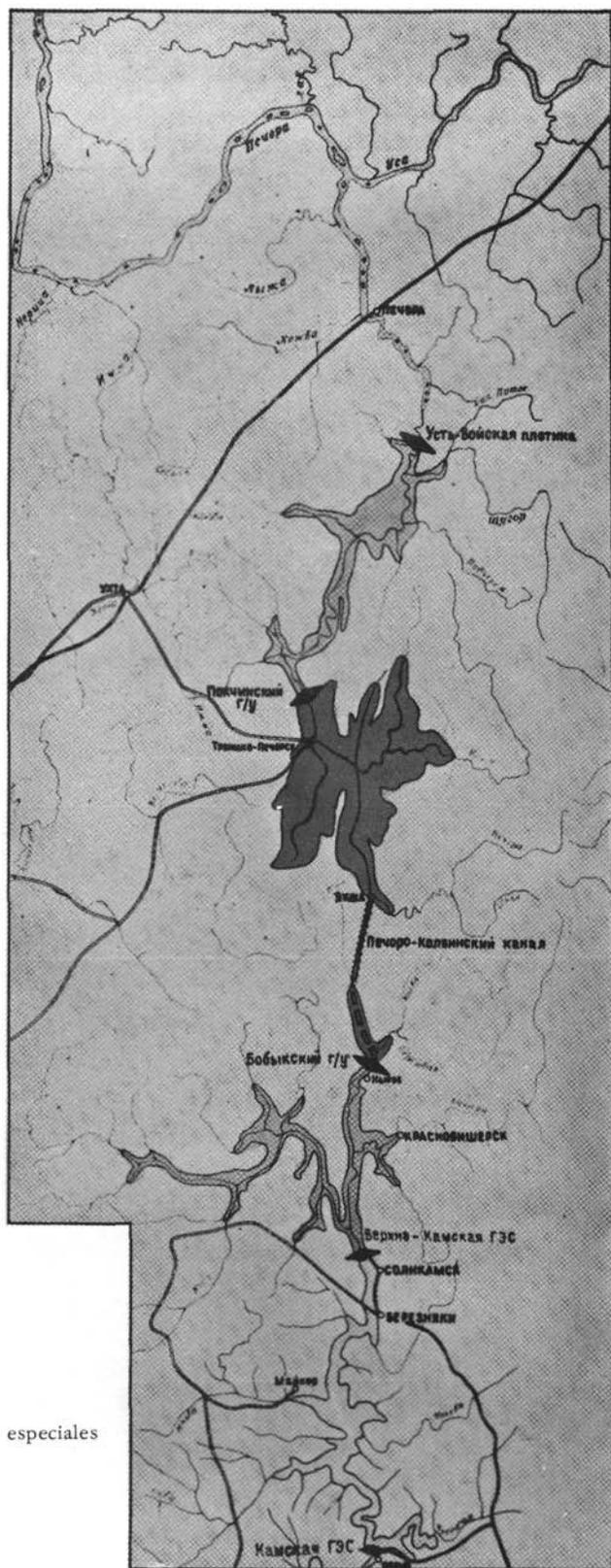
Para determinar con exactitud los parámetros fundamentales de las explosiones en una formación de ese tipo, se proyecta efectuar una explosión de ensayo con un programa especial de experimentos.

EXPLOSIONES CONFINADAS

IV. Explotación a fondo de yacimientos de petróleo y gas

La experiencia obtenida en la explotación de yacimientos de petróleo y gas muestra que, debido a diversos factores, en la inmensa mayoría de los casos la producción total es muy reducida, pues rara vez excede

Plan para desviar las aguas del río Pechora hacia el Volga.



-  Central hidroeléctrica en proyecto
-  Central hidroeléctrica del Kama (en funcionamiento)
-  Canal que se construirá por técnicas especiales (canal Pechora-Kolva)
-  Embalse principal
-  Embalse secundario

del tercio o la mitad del rendimiento posible. Por otra parte, el proceso de explotación dura muchos años y entraña importantes gastos de capital y funcionamiento.

Los estudios teóricos y las explosiones experimentales indican que, recurriendo a las explosiones nucleares subterráneas, es posible incrementar considerablemente la producción diaria de los yacimientos de petróleo y gas y acortar el período de explotación.

Así pues, se han preparado planes para estudiar dos métodos de explotación mediante voladuras.

1. El primero de ellos consiste en hacer estallar la carga nuclear en el yacimiento de petróleo o gas sin destruir la separación natural entre la capa productiva y la capa acuífera, de forma que la explotación se efectúe utilizando únicamente la presión existente en el propio yacimiento.

En este método se basa un proyecto para explotar cierto yacimiento de gas, típico de los muchos que se dan en las regiones petrolíferas de la Unión Soviética.

Este yacimiento se encuentra en una cadena montañosa sedimentaria; el terreno que lo cubre —en algunos lugares alcanza 1000 m de espesor— está compuesto por anhídritas y halitas. El gas está separado del fondo acuoso por una capa de 85 m de aceite mineral oxidado. Se trata pues de crear una extensa red de fisuras mediante la detonación de cargas explosivas en la roca madre formada por carbonatos, aumentando así considerablemente la permeabilidad de la formación y liberando el gas contenido en bolsas aisladas.

Se harán estallar tres cargas de 40 kt cada una a una profundidad de 1600 m, para crear tres zonas muy fracturadas con un radio de 270 m cada una. Las cargas se colocarán en la capa productiva del domo septentrional, en el que se concentra el 60% de las reservas de gas y productos de condensación.

Las perforaciones en que se coloquen las cargas explosivas se utilizarán más tarde para explotar el yacimiento, pero si esto no es posible, se abrirán tres nuevos orificios.

Según los cálculos hidrodinámicos efectuados, gracias a estas explosiones el rendimiento diario de los pozos pasará de 0,25 millones a 3 millones de metros cúbicos. Por consiguiente, se prevé que la producción media anual de gas y productos de condensación aumentará más de diez veces, mientras que el período total de explotación se reducirá once veces, con un ahorro anual de 5 a 6 millones de rublos, aproximadamente.

2. El segundo método consiste en hacer estallar ingenios nucleares en las formaciones petrolíferas para fragmentar tanto la zona de contacto entre el petróleo y el agua como los densos estratos rocosos intruidos en las capas petrolíferas y acuíferas, haciendo que el agua —sometida a una enorme presión— penetre en la capa de petróleo y lo impela hacia los pozos.

Este método se va a ensayar en un campo petrolífero relativamente pequeño. Se considera que lo mejor es hacer estallar tres artefactos de 20 a 30 kt bajo el centro de la capa petrolífera, por debajo de la línea de contacto entre petróleo y agua. De esta forma, tanto la capa saturada de petróleo como la capa acuífera quedarán sometidas a los efectos mecánicos de las explosiones.

Se espera que, por efecto de las explosiones y de la presión de las aguas subyacentes, el petróleo sea forzado a salir del yacimiento, con lo

que el rendimiento normal en un extenso período será mucho más elevado y estable.

V. Explosiones experimentales confinadas en formaciones salinas

Se ha hecho estallar un ingenio nuclear de 1,1 kt en una extensa elevación en forma de domo de una formación salina. Con este experimento se perseguían los siguientes objetivos:

Estudiar el interés práctico de utilizar explosivos nucleares para obtener en una formación salina, una cavidad subterránea de grandes dimensiones destinada al almacenamiento;

Determinar la configuración y dimensiones de la cavidad y de las zonas de deformación;

Estudiar los efectos sísmicos en los edificios, las instalaciones y las perforaciones;

Estudiar la distribución de productos radiactivos en la sal y en la superficie.

Todos estos objetivos se han alcanzado: la explosión se ha confinado totalmente.

El estudio de las ondas sísmicas en los alrededores del punto de explosión (hasta 2,3 km) así como a distancias intermedias (7,5 a 45 km) y mayores (hasta 270 km) indican que los efectos en las estructuras próximas son comparables a los de un terremoto de fuerza 6 a 7.

En el momento de la explosión no se observó escape alguno de productos radiactivos a la atmósfera. A los 12 minutos, 24 horas y 35 horas, se detectó el escape de gases nobles por las perforaciones de observación. La cantidad expelida no excedió del 1% del volumen formado por la explosión.

Aún no se sabe cuáles son los procedimientos más indicados para reducir al mínimo la contaminación radiactiva de los productos almacenados en cavidades formadas por explosiones nucleares. Los ensayos han permitido observar que el gas introducido inmediatamente después de la explosión no revela indicios de radiactividad al ser extraído 120 días más tarde. La posibilidad de reducir en gran medida este período de "enfriamiento" se estudiará cuidadosamente después del próximo ensayo.

Por regla general, es preciso practicar nuevas perforaciones para tener acceso a estas cavidades, pero actualmente se busca un sistema que permita utilizar las mismas perforaciones en que se depositaron las cargas.

VII. Explotación subterránea de yacimientos de mineral

Los ensayos sobre las explosiones confinadas en formaciones de granito muestran que:

Una explosión totalmente confinada de 1 kt fragmenta aproximadamente 400 000 toneladas de granito;

Las galerías subterráneas situadas a una distancia de 30 a 80 m de la explosión se derrumban totalmente y, en una distancia de 60 a 150 m, según las características de la formación, las rocas son desalojadas; Las dimensiones de las zonas resultantes pueden calcularse basándose en la potencia de la carga explosiva.

Estos resultados indican que las explosiones nucleares constituyen un medio efectivo para fragmentar la roca en las explotaciones por socavación y derrumbe en gran escala.

El empleo de cargas nucleares muy separadas entre sí permite fragmentar grandes masas de roca, lo que supone un cambio radical en la tecnología de explotación subterránea de yacimientos minerales. Con las explosiones nucleares será posible:

Reducir en gran medida los trabajos de excavación y perforación;

Acortar las operaciones de explotación, combinando la fragmentación y socavación de grandes masas de mineral;

Simplificar considerablemente los trabajos que impliquen socavaciones en gran escala;

Aumentar notablemente el rendimiento de la explotación minera.

La explosión simultánea de dos o tres cargas de 1 a 1,5 kt puede, por ejemplo, provocar el desplome de 1,5 a 2,0 millones de toneladas de mineral, y solo requeriría la apertura de galerías por una longitud total de 0,3 a 0,4 km. Según cálculos aproximados, los gastos de extracción de una tonelada de mineral podrían reducirse de 1,5 a 2,0 veces utilizando explosiones potentes, lo que ofrecería la posibilidad de beneficiar yacimientos o partes de éstos que hasta ahora no se consideraban rentables.

En la Unión Soviética existen numerosos yacimientos en los que podrían utilizarse las explosiones nucleares para fragmentar el mineral.

Con objeto de elaborar en sus detalles un sistema de explotación minera por socavación y derrumbe en gran escala mediante explosivos nucleares (indudablemente un nuevo concepto en minería), se ha preparado un proyecto que comprende una explosión experimental en una mina ya en explotación.

Con este ensayo se persiguen los siguientes objetivos:

Determinar las dimensiones de las zonas resultantes;

Determinar en qué medida es influida la fragmentación y se reducen los efectos sísmicos sobre el conjunto de la mina al retirar, antes de la explosión, el material que recubre los frentes del filón;

Determinar el tamaño característico de los bloques de mineral fragmentado a diferentes distancias del centro de la explosión;

Idear un método para extraer el mineral.

Los productos radiactivos penetraron en las grietas de la formación salina. Los que se extendieron más lejos de la cavidad fueron el estroncio-89 y el cesio-137, un poco menos el estroncio-90 y el itrio-91 y, menos todavía, el antimonio. En la zona circundante inmediata a la cavidad se concentraron el circonio-95, el cerio-144 y el rutenio-106.

El experimento confirmó la aptitud de los explosivos nucleares para crear cavidades subterráneas destinadas al almacenamiento en grandes formaciones de sal gema, y proporcionó una considerable cantidad de nuevos datos sobre los efectos de las explosiones en tales medios.

VI. Creación de cavidades subterráneas destinadas al almacenamiento de gas natural, productos de condensación y productos petrolíferos

El desarrollo de la industria del petróleo y el gas depende estrechamente de la construcción de instalaciones de almacenamiento.

Los métodos clásicos de construcción de depósitos subterráneos son o muy laboriosos (por ejemplo la excavación por procedimientos nor-

males) o inapropiados para su uso generalizado, como sucede con el sistema para abrir cavidades en formaciones salinas mediante inyecciones de agua. Esta técnica exige formaciones salinas de gran espesor, agua dulce abundante y facilidades naturales para la evacuación de la salmuera.

Así pues, se ha hecho necesario descubrir nuevos y mejores medios para crear depósitos subterráneos. Los estudios teóricos, las pruebas con maquetas y los análisis de los efectos mecánicos de las explosiones nucleares confinadas, en diferentes condiciones geológicas, demuestran que es posible emplear dichas explosiones con este propósito.

Los cálculos preliminares efectuados, tanto técnicos como económicos, indican que almacenar el gas en depósitos creados mediante explosivos nucleares costaría seis veces menos que almacenarlo, ya licuado, en instalaciones exteriores, y tres veces menos que almacenarlo en cavidades abiertas, con inyecciones de agua, y que, en ciertas condiciones, dicho costo sería más o menos el mismo que en el caso de almacenamiento en depósitos naturales de agua.

Las investigaciones llevadas a cabo indican que, por lo que atañe a la formación de depósitos subterráneos, los explosivos nucleares pueden aplicarse con tres fines, a saber:

Para abrir cavidades en formaciones de halita o de arcilla seca;

Para abrir cavidades en formaciones de roca dura mediante el desplome de la roca y la creación de zonas fragmentadas y fracturadas;

Para mejorar la permeabilidad de la roca en los depósitos naturales.

Los dos ejemplos que se citan a continuación dan una idea del estado de la tecnología en lo que respecta a la creación de depósitos subterráneos.

En el primer caso, se trata de un depósito para $300\,000\text{ m}^3$ de productos de condensación, que se va a abrir en una gran formación de sal gema recubierta de arenisca.

A fin de evitar los efectos sísmicos en las construcciones e instalaciones exteriores, la potencia de cada explosión habrá de limitarse a 35 kt. Con esta potencia se produce una cavidad de $152\,000\text{ m}^3$, y se requerirán dos explosiones más para obtener un depósito de la capacidad necesaria. Las cargas se colocarán a una profundidad de 810 m. La distancia mínima entre ellas para que la onda de choque no afecte a las cavidades es de 528 m. Un mes después de las explosiones, se practicarán las perforaciones necesarias para la utilización de las cavidades.

En el segundo caso, se creará un depósito para 70 millones de metros cúbicos de gas natural bajo una capa permanentemente helada de 190 m de espesor. En esta región, la potencia máxima admisible para cada explosión, a 710 m de profundidad, es de 40 kt, lo que permite obtener una cavidad de $360\,000\text{ m}^3$. Como el gas se podrá almacenar a una presión de 70 atmósferas, el almacenamiento de 70 millones de metros cúbicos requerirá un depósito con un volumen de 1 millón de metros cúbicos, y para crearlo se necesitan tres cargas de 40 kt separadas entre sí por una distancia de 200 m.