الأمم المتحدة

A/AC.105/C.1/L.233

الجمعية العامة

Distr.: Limited
9 February 2000
ARABIC
Original: Russian

لجنة استخدام الفضاء الخارجي
في الأغراض السلمية
اللجنة الفرعية العلمية والتقنية
الدورة السابعة والثلاثون
فيينا، ٧-١٨ شباط/فبراير ٢٠٠٠
البند ٦ من جدول الأعمال
استخدام مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي

الاصطدامات بين مصادر القدرة النووية والحطام الفضائي

ورقة عمل مقدمة من الاتحاد الروسي

١- بعد اطلاق مركبات فضائية تحمل وحدات للقدرة النووية ابان الفترة ١٩٧٠-١٩٨٨، فان الأجسام التالية المحتوية على مفاعل ووقود نووي هي الآن في مدارات يتراوح بعدها عن الأرض من ٧٠٠ الى ١٠٠ ١ كم:

(أ) وحدات للقدرة النووية ذات مقطورة سحب (٢٩ وحدة)، وسواتل من سلسلة كوزموس بدئا بالساتل كوزموس - ٣٦٧ وانتهاء بالساتل كوزموس - ١٩٣٢؛

(ب) حزم من عناصر الوقود (١٣ حزمة) وهي تحلق بصورة مستقلة، بعد قذفها من جسم مفاعل وحدة القدرة النووية الى مدار منفصل: وهو ما حدث بدئا بالساتل كوزموس - ١١٧٦، أما بالنسبة الى السواتل كوزموس - ١٦٧٠، وكوزموس - ١٦٧٧ وكوزموس - ١٩٠٠، فانه لم يجر التعرف على أي من حزم الوقود كأجسام مستقلة؛

(ج) وحدات للقدرة النووية على متن مركبة فضائية (وحدتان)، وساتلان هما كوزموس - ١٨١٨ وكوزموس - ١٨٦٧.

٢- والعمر التشغيلي المتوقع للأجسام المزودة بمفاعل ووقود نووي والموجودة في مدارات يتراوح بعدها عن الأرض من ٧٠٠ الى ١٠٠ ١ كم هو كالتالي: وحدات القدرة النووية المزودة بمقطورة سحب، حوالي ١٠٠٠ سنة؛ حزم الوقود، أكثر من ٢٠٠٠ سنة؛ ووحدات القدرة النووية الموجودة على متن المركبات الفضائية ٤٠٠ سنة على الأقل. ويستثنى من ذلك الساتل كوزموس - ١٩٠٠، الذي يقدر عمره التشغيلي بـ ١٢٠ سنة في مدار يتراوح من ٧٠٠ الى ٧٥٠ كم.

٣- والميل المداري لوحدات القدرة النووية يبلغ ما بين ٧٠ر٦٤ درجة و١٠ر٦٦ درجة، أما بالنسبة الى حزم الوقود فيبلغ ما بين ٧٨ر٦٤ درجة و٦٦ر٦٥ درجة.

٤- وقد تمثل عواقب الاصطدامات الممكن حدوثها بين وحدات القدرة النووية والحطام الفضائي عند مكوث الأولى في مدارات عالية نوعا ما لفترات طويلة من الزمن خطرا محتملا من حيث التلوث الاشعاعي للبيئة بما في ذلك الفضاء الخارجي، الى جانب تراكم المزيد من الحطام الفضائي.

٥- وفي حالة وقوع اصطدام بين وحدة من وحدات القدرة النووية وشظايا كبيرة بدرجة ما من الحطام الفضائي، فان العواقب التالية ربما تكون ذات أهمية حاسمة:

(أ) ازاحة وحدة القدرة النووية قبل الأوان من مدارها الطويل الأجل نتيجة لتأثير الكبح؛

(ب) تدمر المشعاع الخاص بوحدة القدرة النووية، يليه تدفق المبرد الفلزي السائل (المؤلف من الصوديوم والبوتاسيوم) من الدورة الثانوية (غير المشعة)؛

(ج) تلف حزم الوقود المستقلة وتناثر المواد الناتجة عنها في المدار وتساقط شظايا الوقود النووي على سطح الأرض.

٦- وتشير التخمينات الى أن وحدة القدرة النووية قد تزاح من مدار عال بفعل اصطدامها مع شظية من الحطام الفضائي قطرها ٦٠ ملم على الأقل بالنسبة الى الفولاذ وبقطر ٨٥ ملم بالنسبة الى الألومنيوم فيما لو أفترضت أن سرعة الارتطام المحتمل تبلغ ١٢ كم في الثانية.

٧- وفور خروج وحدة القدرة النووية من المدار وسقوطها في الطبقات الأكثر كثافة من الغلاف الجوي للأرض فان التدمير الحركي الهوائي لهيكلها يحدث على ارتفاعات تتراوح بين ٦٤ و٧٤ كم (انظر الشكل ١)، يليه تدمير المفاعل وقضبان الوقود على ارتفاعات تتراوح بين ٥٠ و٦٤ كم (انظر الشكل ٢) بينما يحدث تشتت الوقود النووي على ارتفاعات تتراوح بين ٤٧ و٥٠ كم (انظر الشكل ٢)، ليتوزع على شكل جسيمات يقل قطرها عن ١ ملم. ولا يؤدي سقوط هذه الجسيمات من الوقود الى تغيير الحالة الاشعاعية في منطقة السقوط بالمقارنة مع خلفية الأشعة الجيمية الطبيعية، نظرا لاضمحلال نواتج انشطار اليورانيوم الذي يكون قد حدث قبل وقت وقوع الاصطدام المحتمل.

٨- وربما يفضي تدمر مشعاع وحدة القدرة النووية الى تسرب المبرد والى تكون قطيرات من الصوديوم والبوتاسيوم تأخذ بالابتعاد عن المشعاع اذا تزايد الضغط - نتيجة لقوى الطرد المركزي بسبب دوران وحدة القدرة النووية حول محورها المستعرض - فوق الضغط الناتج من التوتر السطحي للقطيرات المتكونة في الفوهة عند موقع ثقب المشعاع، مع مراعاة أن سرعة دوران وحدة القدرة النووية حول محورها المستعرض يتناقص بنسبة ٥٠ بالمائة كل ٥ر٣ سنوات من لحظة دخولها في مدار عال.

٩- وقد أظهرت الدراسات المتعلقة بتلف عناصر مشعاع وحدة القدرة النووية (من أنابيب ومجمعات) (أنظر الشكل ٣) عند الاصطدام مع الحطام الفضائي أن انثقاب الأنابيب في اصطدام يقع بسرعة ١٢ كم في الثانية بالتعامد مع سطح المشعاع يمكن أن يحدث بالنسبة الى جسيمات حطام فضائي فولاذية يزيد قطرها على ٠ر٢٥ ملم وجسيمات حطام فضائي ألومنيومية يزيد قطرها على ٠ر٤٥ ملم، وان لم يحدث أي تدفق لخليط الصوديوم والبوتاسيوم خلال الفوهة نتيجة للاصطدام بهذه الجسيمات.

١٠- ويستوفى الشرط المتعلق بحدوث زيادة في الضغط نتيجة لقوى طرد مركزي تفوق الضغط الناتج من قوى التوتر السطحي للقطيرات عندما ينفتق أنبوب (قطره ٥ ملم) انفتاقا مستعرضا من جراء اصطدام مع جسيمات من الحطام الفضائي يزيد قطرها عن ٦ ملم. وهذا ما لم يحدث الا في الساتلين كوزموس - ١٩٠٠ وكوزموس - ١٩٣٢، اللذين وضعا في مدارين عاليين عام ١٩٨٨. واذا كان الثقب المحدث في الأنبوب أكبر من المقطع المستعرض للأنبوب، وهو ما يمكن أن يحدث عند الاصطدام بجسيمات من الحطام الفضائي يزيد قطرها على ٦ ملم على زوايا صغيرة مع سطح المشعاع، فيمكن أن يحدث تسرب مائع الصوديوم والبوتاسيوم عند ضغوط قوى طرد مركزي أقل درجة وذلك بالنسبة لوحدات القدرة النووية الموضوعة في مدارات عالية في عام ١٩٨٤ والأعوام التالية، بدئا بالساتل كوزموس - ١٥٧٩.

١١- وقد أجريت دراسة عن تدمير حزمة مستقلة من عناصر الوقود على افتراض حدوث ثقب في أحد هذه العناصر يقرب من نصف حجم قطره (وهو ٢٠ ملم)، ينشأ عنه انقذاف جسيمات وشظايا من الوقود النووي. وتلك الظروف ستتحقق في سرعة ارتطام تبلغ ١٢ كم في الثانية بالنسبة الى جسيمات الحطام الفضائي الفولاذية التي يزيد قطرها على ٥ر٢ ملم وجسيمات الحطام الفضائي الألومنيومية التي يزيد قطرها على ٥ ملمترات، ويلي ذلك قذف شظايا الوقود النووي (اليورانيوم) لتتوزع في شكل جسيمات يتراوح قطرها بين ٧ و٢٠ ملم.

١٢- وتناثر شظايا الوقود النووي التي تتراوح نبضات سرعتها من ٦٠ الى ٠٠٠ ١ متر في الثانية يمكن، رهنا باتجاه النبض، ومصحوبا بما يلي:

(أ) دخول شظايا الوقود في الطبقات الكثيفة من الغلاف الجوي بعد مضي ساعة واحدة على حدوث الاصطدام بالحطام الفضائي؛

(ب) ظهور شظايا الوقود النووي في مدارات اهليليجية لها نقطة حضيض بارتفاع تحليق حزمة الوقود لحظة وقوع الاصطدام (٩٠٠ كم) ونقطة أوج تصل الى ٠٠٠ ٧ كم.

١٣- ويلي دخول شظايا الوقود النووي في الطبقات الكثيفة من الغلاف الجوي حدوث تشتت حركي هوائي للشظايا على شكل جسيمات تتراوح أبعادها النهائية بين ٩ر٠ و٨ر٠ ملم، أو بعبارة أخرى الى مواد لا تكاد تمثل خطرا اشعاعيا يذكر من وجهة النظر المتعلقة بالتعرض الخارجي للأشعة الجيمية في منطقة سقوطها، أخذا بعين الاعتبار ما يحتويه الوقود من السيزيوم - ١٣٧ الذي يحدد مستوى الاشعاعات الجيمية المتأتية من الوقود وشظاياه (ومع افتراض أن العمر التشغيلي للوقود لحظة حدوث الاصطدام بالحطام الفضائي يزيد على ٥٠ سنة).

١٤- وصورة التشتت الحركي الهوائي لشظايا الوقود النووي عند الدخول في الطبقات الكثيفة من الغلاف الجوي تتغير اذا كان قد حدث تأكسد أولي لليورانيوم أثناء التحليق على مستويات عالية في الغلاف الجوي.

١٥- وسيؤدي تكون طبقة من ثاني أكسيد اليورانيوم المقاوم للانصهار على سطح شظايا اليورانيوم الى خفض الارتفاع الذي يبدأ فيه التشتت الحركي الهوائي للشظايا، متسببا في تأخير حدوث التشتت الى حين زوال تلك الطبقة وتلاشي مائع اليورانيوم. وبالنسبة الى شظايا وقود اليورانيوم التي يبلغ قطرها ٢٠ ملم وبأطوال تتراوح بين ٥ و٥٥ ملم فان الحجم النهائي الذي ستتخذه جسيمات السقاطة سيتراوح بين ٢ر٤ و٥ر٤ ملم. أما الشظايا التي يبلغ قطرها ٢٠ ملم ويقل سمكها عن ٣ ملم وذات السطح المتأكسد فانها لا تشتت عند العودة الى الطبقات الكثيفة من الغلاف الجوي.

١٦- وفيما يتعلق بحزم الوقود المستقلة المتأتية من الساتلين كوزموس - ١١٧٦ وكوزموس - ١٩٣٢، فانه سيكون لشظايا الوقود النووي غير المتلفة، اعتبارا من عام ١٩٩٩، نشاط اشعاعي لا يتجاوز ١٠ ملي كوري في السيزيوم - ١٣٧، الأمر الذي سيترتب عليه، في ظل الافتراضات المعتادة المتعلقة بالتشعيع الجيمي لأفراد من بين السكان، تعرض سنوي للجرعات مقداره ١ ملي سيفرت.

١٧- واحتمالات نشوء هذه العواقب فعليا نتيجة حدوث اصطدامات وحدات الطاقة النووية ومجمعات الوقود المستقلة بالحطام الفضائي تتوقف على حجم الأجسام المعنية وحجم شظايا الحطام الفضائي وتوزع هذا الأخير في المدارات التي يتراوح ارتفاعها بين ٧٠٠ و٠٠٠ ١ كم، وكذلك على التراكم المتوقع للحطام الفضائي.

١٨- واحتمالات نشوء العواقب التي نظرنا فيها نتيجة لحوادث الاصطدام بين الحطام الفضائي والأجسام المحتوية على مفاعل ووقود نووي هي كالتالي:

(أ) خروج وحدات القدرة النووية قبل الأوان من مداراتها الطويلة الأجل: ٢ر٠ حالة كل ١٠٠ سنة؛

(ب) تدمر مشعاع وحدات القدرة النووية وتكون قطيرات المبرد (المؤلفة من الصوديوم والبوتاسيوم): ٠٠٧ر٠ حالة في السنة حتى عام ٢٠١٠ فقط. أما بعد عام ٢٠١٠ فانه من المستبعد تكون قطيرات الصوديوم والبوتاسيوم وانطلاقها ما لم تنشأ حالة تنطوي على تدمير كبير لعناصر المشعاع (المجمعات) نتيجة اصطدام مع شظية من الحطام الفضائي يزيد قطرها على ١٢ ملم. وهو أمر يبلغ احتمال حدوثه ٠٠٢ر٠ حالة في السنة؛

(ج) تدمير حزمة مستقلة معينة من الوقود: ١٢ر٠ حالة كل ١٠٠ سنة.

١٩- ومن ثم فانه يمكن القول ان الدراسات المتعلقة بتدمر وحدات القدرة النووية وحزم الوقود المشتعلة نتيجة لحوادث الاصطدام مع الحطام الفضائي قد أظهرت أن أي سقوط ممكن لشظايا الوقود النووي على سطح الأرض لن يمثل خطرا اشعاعيا.