ПРАВИЛА
ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВАНИИ
ЯДЕРНООПАСНЫХ ДЕЛЯЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

ПБЯ-06-09-90

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
Министра СССР

_____ Б.В.Никипелов

"01" 02 1990 г.

ПРАВИЛА ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ ЯДЕРНООПАСНЫХ ДЕЛЯЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ (ПЯБ - 06 - 09 - 90)

1990

ПРАВИЛА ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ ЯДЕРНООПАСНЫХ ДЕЛЯЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ (ПБЯ-06-09-90) М., 1990

Настоящие правила являются дополнением к "Основным правилам ядерной безопасности при переработке, хранении и транспортировании ядерноопасных делящихся материалов" (ПБЯ 06-06-88) и транспортировке ядерноопасных делящихся материалов (ЯДМ) внутри предприятий. Правила обязательны для организаций, предприятий, институтов, занятых проектированием хранилищ и упаковочных комплектов и специальных транспортных средств для транспортировки ЯДМ по территории предприятий и институтов, а также изготовлением, переработкой, хранением, исследованиями ЯДМ.

В составлении правил принял участие: тт. Баранов С.М., Внуков Н.С., Зубков Ю.П., Иванов Е.Б., Ильин В.П., Кириллов Г.Т., Лазуткин Н.Т., Ланкин В.А., Лебедев С.М., Николаев В.Е., Рязанов Б.Г., Смирнов В.И., Стародубцев Г.С.

С момента ввода в действие Правил ПБЯ-06-09-90 Правила ПБЯ-06-09-80 считаются недействительными.

Правила ПБЯ-06-09-90 согласованы Президиумом Центрального Комитета профсоюза работников атомной энергетики и промышленности (постановление № I-35 от 29.01.91).

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

1. Общие положения 4
2. Термины и определения 5
3. Общие принципы обеспечения ядерной безопасности при хранении и транспортировке ЯДМ 6
4. Требования при хранении ЯДМ 7
   - 4.1. Анализ ядерной безопасности при проектировании постоянных хранилищ 7
   - 4.2. Требования к хранилищам 9
   - 4.2.1. Защита от попадания воды 9
   - 4.2.2. Здание и компоновка хранилищ 10
   - 4.2.3. Требования к отдельной упаковке 11
   - 4.2.4. Требования к группе или штабелю 12
   - 4.2.5. Требования к размещению групп или штабелей ... 12
   - 4.2.6. Требования к оборудованию 13
   - 4.2.7. Требования пожарной безопасности 14
5. Допустимые и безопасные параметры при хранении ЯДМ .. 14
   - 5.1. Общие положения 14
   - 5.2. Допустимые параметры при хранении металлического урана и плутония 15
   - 5.3. Допустимые и безопасные параметры при хранении соединений урана и плутония с теоретической плотностью менее 11.46 г/см^3 19
   - 5.4. Допустимые и безопасные параметры при хранении растворов урана и плутония 23
   - 5.5. Безопасные параметры при хранении актиноидных нуклидов 24
6. Основные требования при транспортировке ЯДМ в пределах предприятия 26
7. Требования к документации 26
8. Требования к содержанию и согласованию проектов постоянных хранилищ 28

Приложение 29

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие "Правила ядерной безопасности при хранении и транспортировке ядерноопасных делящихся материалов" *) устанавливают технические и организационные требования ядерной безопасности при хранении и транспортировке внутри предприятий ядерноопасных делящихся материалов (ЯДМ) и являются дополнением "Основных правил ядерной безопасности при переработке, хранении и транспортировании ядерноопасных делящихся материалов." **)

I.2. Правила распространяются на организации, промышленные предприятия и институты, занятые:

- проектированием хранилищ, упаковочных комплектов для транспортировки ЯДМ по территории предприятий, институтов;
- изготовлением, переработкой, хранением, исследованием ЯДМ.

I.3. Правила не устанавливают:

I.3.I. Требования ядерной безопасности для хранилищ ядерного топлива на атомных станциях (АС), опытных и исследовательских реакторах (ИР), критических и подкритических стендах, хранилищ отработавшего ядерного топлива атомных станций (ХОЯТ), береговых и плавучих хранилищ ядерного топлива судовых установок. Эти требования изложены в "Правилах безопасности при хранении и транспортировке ядерного топлива на объектах атомной энергетики" и других специальных правилах.

I.3.2. Требования ядерной безопасности при хранении и транспортировке отработавшего ядерного топлива для предприятий, перерабатывающих ЯДМ.

I.3.3. Требования ядерной безопасности при проектировании упаковочных комплектов, предназначенных для транспортировки ЯДМ между предприятиями. Эти требования изложены в "Основных правилах безопасности и физической защиты при перевозке ядерных материалов".

I.4. Не накладываются ограничения по ядерной безопасности при хранении и транспортировке:

I.4.I. Необлученного природного или обедненного урана.

---

*) Далее – Правила

**) Далее – Основные правила

I.4.2. Урана с обогащением ураном-235 не более I %(мас.), за исключением случаев, когда в упаковке располагаются таблетки, TiC из металла, окиси или карбида.

I.4.3. Урана-235 и изотопов плутония, если их суммарное количество не превышает 300 граммов.

I.4.4. Растворов азотнокислого урана с минимальным отношением числа атомов азота к числу атомов урана, равным 2, с обогащением по урану-235 не более 2 %(мас.), если суммарное содержание плутония и урана-233 не превышает 0,I % от содержания урана-235.

I.4.5. При транспортировке гомогенных водоросодержащих растворов или смесей урана-235 или плутония, удовлетворяющих требованиям, перечисленным в табл.I, при условии, что на транспортном средстве масса урана-235 не превышает 700г, масса плутония - 400г.

Таблица I

Параметр	ЯДМ, содержащий только уран	ЯДМ, содержащий только плутоний
Отношение числа атомов водорода к числу атомов делящегося нуклида	больше или равно 3000	больше или равно 5200
Концентрация делящегося нуклида, г/л	меньше или равно 9	меньше или равно 5

I.5. Допускается руководствоваться нормами хранения и транспортировки ЯДМ, установленными действующими Отраслевыми правилами ядерной безопасности.

2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.I. Термины "самоподдерживающаяся цепная реакция деления (СЦР), обеспечение ядерной безопасности, эффективный коэффициент размножения, ядерноопасный делящийся материал, отражатель, система с полным отражателем, критические значения параметров, минимальный критический параметр, допустимый параметр, безопасный параметр, параметры ядерной безопасности, норма загрузки, безопасное оборудование, опасное оборудование, перегруз, упаковка, упаковочный комплект, контейнер защищающий, группа упаковок, штабель упаковок, шаг решетки, допустимое количество упаковок" употребляются в соответствии с Основными правилами.

2.2. Постоянное хранилище - место хранения ЯДМ в специальном здании: склады сырья, готовой продукции, отходов.

2. . Временное хранилище - место хранения ЯДМ в цехах, на производственных участках.

2.4. Норма хранения (транспортировки) ЯДМ - количество ЯДМ , которое разрешается хранить (транспортировать) с учетом ограничений на его расположение.

2.5. Хранилище класса I - хранилище ЯДМ, для которого исключена возможность попадания воды в него, что обеспечивается совокупностью следующих мер:

- расположением хранилища в незатопляемой зоне на случай наводнения;

- отсутствием соседних помещений, из которых вода может попасть в хранилище;

- расположением хранилища на такой отметке, чтобы была исключена возможность затопления хранилища грунтовыми водами;

- отсутствием трубопроводов с водой в хранилище;

- наличием дренажа.

2.6. Хранилище класса 2 - хранилище ЯДМ , в котором возможность затопления хранилища водой предотвращена с помощью совокупности следующих мер:

- расположением хранилища на такой отметке, чтобы была исключена возможность затопления хранилища грунтовыми водами;

- отсутствием трубопроводов с водой в хранилище;

- наличием дренажа и сигнализаторов обнаружения воды или насосов аварийной откачки воды, связанных с сигнализаторами обнаружения воды.

2.7. Хранилище класса 3 - хранилище ЯДМ, для которого не выполняются требования, предъявляемые к хранилищам классов I и 2.

2.8. Исходные события аварий - события, которые могут привести к нарушению требований ядерной безопасности.

3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ ЯДМ

3.I. Принципами обеспечения ядерной безопасности при хранении и транспортировке ЯДМ являются:

- соответствие проектов, конструкций хранилищ, упаковок, транспортных средств требованиям правил ядерной безопасности;

- контроль за состоянием хранилищ, упаковок, оборудования, транспортных средств;

– организация и выполнение работ в хранилищах, транспортировка в соответствии с требованиями эксплуатационной документации и правил ядерной безопасности;

– профессиональная квалификация и дисциплина персонала.

3.2. СЦР должна быть исключена при нормальной эксплуатации, также при любом единичном исходном событии.

3.3. Эффективный коэффициент размножения нейтронов хранилища не должен превышать 0,95 в условиях нормальной эксплуатации и 0,98 при единичном исходном событии, примерный перечень которых приведен в п. 4.1.2.

3.4. Ядерная безопасность при хранении и транспортировке ЯДМ обеспечивается

– конструкцией упаковочного комплекта и его фиксацией на транспортном средстве;

– конструкцией столлажей, оборудования для транспортно-технологических операций;

– ограничением массы ЯДМ, концентрации ЯДМ , массовой доли замедлителей нейтронов в отдельной упаковке;

– ограничениями на размещение ТВС, упаковок;

– ограничениями количества упаковок в штабелях, группах, на транспортном средстве;

– ограничениями на размещение штабелей, групп упаковок;

– применением гетерогенных поглотителей;

– контролем за расположением упаковок, групп, столлажей, поглотителей, ТВС;

– контролем за наличием и количеством замедлителей и целостностью поглотителей в процессе хранения.

4. ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ ЯДМ

4.1. Анализ ядерной безопасности при проектировании постоянных хранилищ.

4.1.1. При анализе ядерной безопасности хранилищ и транспортно-технологических операций в хранилище, должны быть рассмотрены исходные события аварий, примерный перечень которых приведен ниже. Перечень исходных событий аварий для конкретных хранилищ может быть расширен или сокращен в обоснованных случаях.

4.1.2. Перечень исходных событий аварий:

– сейсмические и другие природные явления, свойс

данному району (наводнения, ураганы и т.д.). При анализе сейсмических явлений необходимо рассматривать максимальное расчетное землетрясение (МРЗ);

- пожар;
- прекращение подачи внешнего электроснабжения;
- затопление или попадание воды в хранилища класса 2 или 3.
- падение отдельных упаковок, в том числе и на места расположения ЯДМ при транспортно-технологических операциях в хранилище;
- нарушение герметичности отдельной упаковки;
- отказы оборудования для транспортно-технологических операций в хранилище;
- утечки растворов из упаковок при хранении ЯДМ в жидкой фазе;
- ошибки персонала.

4.I.3. Конструкция вновь проектируемых постоянных хранилищ должна исключать возможность облучения населения и радиоактивного загрязнения окружающей предприятие, институт среды выше допустимых уровней , установленных НРБ-76/87, в случае возникновения СЦР, в том числе обусловленной следующими исходными событиями:

- падением самолета (по специальным требованиям заказчика);
- воздействие воздушной ударной волны в результате взрыва на соседнем объекте или на транспорте.

Параметры ударной волны следует принимать на основании анализа конкретных условий размещения хранилища;

- падением транспортно-технологического оборудования (например крана) на упаковки.

4.I.4. При анализе ядерной безопасности хранилищ необходимо:

- рассматривать максимальную проектную емкость хранилищ;
- учитывать такое количество, распределение и плотность замедлителя (в частности воды) в хранилище и в упаковке в результате исходных событий, которое приводит к максимальному эффективному коэффициенту размножения нейтронов;

- предполагать наличие полного отражателя;

- учитывать изменение геометрии упаковок, ТВС или их расположения в результате исходных событий;

- пренебречь наличием поглощающих элементов в ТВС, конструкциях стеллажей и упаковок, если они не закреплены или если их эффективность снижается в результате исходных событий;

- учитывать сближение двух упаковок в штабеле;

- рассматривать состояние, которое приводит к максимальному коэффициенту размножения нейтронов при изменении температуры в условиях нормальной эксплуатации и при исходных событиях;

- учитывать погрешности методов расчета, допуск. при изготовлении.

4.1.5. Анализ ядерной безопасности хранилища должен быть выполнен в следующей последовательности для

- отдельной упаковки;

- двух упаковок, расположенных вплотную;

- отдельной группы или штабеля;

- системы групп или штабелей.

Загрузка ЯДМ в отдельную упаковку определяется как наименьшая из полученных в результате расчета на каждом этапе.

4.2. Требования к хранилищам

4.2.1. Защита от попадания воды

4.2.1.1. ЯДМ разрешается хранить только в специально предназначенных для хранения местах: складах, в производственных помещениях, определенных проектом, техническим решением или другой организационно-технической документацией.

4.2.1.2. При проектировании постоянных хранилищ должны быть выполнены требования, предъявляемые к хранилищам класса 1 или 2.

4.2.1.3. Существующие постоянные хранилища класса 3 должны быть оборудованы насосами аварийной откачки воды, включающимися в работу по сигналам от датчиков обнаружения воды или дренажами, которые обеспечивают отвод без накопления воды, поступающей с максимальным предполагаемым расходом.

Во временных хранилищах 3 класса упаковки должны быть защищены от попадания воды с помощью технических мер, например, подставок, исключающих затопление ЯДМ водой, укрытий, защищающих от протечек с потолка и т.д.

4.2.1.4. Дренажные трубы и устройства в хранилищах необходимо выбирать такого размера, чтобы они обеспечивали отвод без накопления воды, поступающей с максимальным предполагаемым расходом. Должна быть исключена возможность затопления хранилища в связи с обратным попаданием воды через дренаж.

4.2.2. Здание и компоновка хранилищ

4.2.2.1. При проектировании постоянных хранилищ должна быть обеспечена прочность (без разрушений) строительных конструкций, оборудования хранилищ при сейсмических или других природных явлениях, свойственных данному району.

4.2.2.2. Запрещается прокладывать пути к другим эксплуатационным зонам через хранилища.

4.2.2.3. Компоновка хранилищ по возможности должна исключать необходимость перемещения над хранилищем ЯДМ грузов, если они не являются частями подъемных или перегрузочных устройств.

4.2.2.4. Компоновка хранилища должна обеспечивать быструю эвакуацию персонала из помещения в случае аварии.

4.2.2.5. В хранилищах допускается хранение материалов, не содержащих ЯДМ. При этом места их расположения должны быть регламентированы в проекте и инструкциях. Хранение между или внутри групп, штабелей упаковок материалов, являющихся эффективными замедлителями нейтронов (дерево, графит, бериллий, водородсодержащие материалы) не допускается.

4.2.2.6. При хранении растворов в хранилище должны быть предусмотрены меры, обеспечивающие ядерную безопасность на случай разлива раствора (поддоны, сборники безопасной геометрии и т.д.).

4.2.2.7. Допускается хранение упаковок с ЯДМ на открытых площадках по согласованию с органами Госнадзора в соответствии с п.7 Основных правил.

4.2.2.8. Хранилища должны быть изолированы по нейтронному взаимодействию друг от друга, от технологического оборудования и от других помещений, в которых производится работа с ЯДМ. Нейтронная изоляция достигается перегородками из бетона толщиной 500 мм, кирпича толщиной 850 мм или за счет заданных расстояний.

4.2.2.9. Хранилище считается изолированным за счет заданных расстояний, если суммарный телесный угол (Ω) от другого хранилища или технологического оборудования на данное хранилище не превышает 0,08.

Телесный угол определяется по формуле

$$\Omega = \sum_i \frac{1}{4\pi} \operatorname{arctg} \frac{a_i b_i}{2d_i (a_i^2 + b_i^2 + 4d_i^2)^{1/2}} \qquad (1)$$

где a_i, b_i – наибольшие размеры совокупности упаковок в хранилище в плоскости взаимодействия (т.е. в плоскости, перпендикулярной оси, соединяющей взаимодействующие системы);

d_i – минимальное расстояние в свету от хранилища до рассматриваемой системы.

4.2.2.10. При размещении упаковок, содержимое которых не указано в сопроводительной документации, они должны быть установлены в соответствии с нормами их транспортировки. Место хранения таких упаковок должно быть изолировано по нейтронному взаимодействию от мест хранения других упаковок в соответствии с п.п. 4.2.2.8, 4.2.2.9 Правил.

4.2.3. Требования к отдельной упаковке

4.2.3.1. Конструкция внутриобъектового упаковочного комплекта должна обеспечивать Кэфф не более 0,95 при нормальной эксплуатации и не более 0,98 при единичном исходном событии, перечень которых приведен в п.4.1.2 Правил.

4.2.3.2. Упаковочные комплекты для хранения и транспортировки ЯОИ должны быть безопасными за счет безопасной геометрии или других конструктивных решений. Использование опасных упаковочных комплектов должно быть согласовано с органами Госнадзора в соответствии с Основными правилами.

4.2.3.3. Конструкция упаковки должна исключать возможность перегруза за счет объема упаковки, применения специальных вытеснителей или других конструктивных решений.

4.2.3.4. Допустимые или безопасные параметры упаковки должны быть выбраны таким образом, чтобы при сближении 2-х упаковок вплотную и окружении их со всех сторон на минимальном расстоянии отражателем из воды, Кэфф такой системы было не более 0,98.

4.2.4. Требования к группе или штабелю

4.2.4.1. Расположение упаковок в штабеле должно быть фиксировано с помощью специальных стеллажей, гнезд, фиксаторов и т.д. Допускается их размещение на разметках, сделанных на полу, если упаковки устойчивы по конструкции и в результате исходных событий не происходит их сближение, приводящее к Кэфф больше 0.98.

4.2.4.2. Взаимное расположение упаковок в группе должно обеспечиваться их конструкцией. При хранении на полу места расположения групп упаковок должны быть обозначены разметками. При использовании в хранилищах транспортных средств (машины, электрокары) должны быть обозначены полосы их движения. Рекомендуется использовать различные ограничители (ограждение и т.д.), исключающие столкновение транспортного средства со стеллажами, упаковками.

4.2.4.3. Загрузка ЯДМ в упаковку, определенная с учетом нейтронного взаимодействия в группе или штабеле, не должна превышать допустимого или безопасного количества для отдельной упаковки.

4.2.4.4. Допустимые параметры группы или штабеля: шаг расположения, число упаковок, загрузка ЯДМ в упаковку определяется расчетным или экспериментальным путем, таким образом, чтобы Кэфф. не превышало 0.95 в условиях нормальной эксплуатации и 0.98 при единичном исходном событии, перечень которых приведен в п. 4.1.2 Правил.

Допустимые параметры группы или штабеля для конкретных видов ЯДМ должны быть определены в отраслевых правилах по ядерной безопасности , инструкциях по ядерной безопасности.

4.2.5. Требования к размещению групп или штабелей

4.2.5.1. Если количество упаковок в группе не ограничивается, то ширина проходов между отдельными группами упаковок не регламентируется.

4.2.5.2. При размещении одинаковых по размерам групп или штабелей в одну линию, расстояние между ними должно быть не менее величины, определенной по формуле (2), но не менее 300 мм. При этом число групп или штабелей не ограничивается.

$$d = 0{,}4\left\{\left[(a^2+b^2)^2+1{,}74(a\cdot b)^2\right]^{\frac{1}{2}}-(a^2+b^2)\right\}^{\frac{1}{2}} \qquad (2)$$

где a и b – размеры сторон группы или штабеля, обращенных друг к другу.

4.2.5.3. При расположении одинаковых групп или штабелей в один ярус минимальное расстояние между группами или штабелями должно быть не менее высоты группы или штабеля, но не менее 300 мм. При этом число групп или штабелей не ограничивается.

4.2.5.4. В случае применения изолирующих перегородок между группами или штабелями из бетона толщиной 500 мм или кирпича толщиной 850 мм, расстояние между группами, штабелями и перегородками не ограничивается. При применении перегородок с меньшими толщинами, но не менее 200 мм, загрузка в отдельную упаковку, определенная в соответствии с таблицами правил, должна быть уменьшена на 50 %, либо расстояние между группами или штабелями, расположенными по разные стороны перегородок, определяется в соответствии с пунктами 4.2.5.2 и 4.2.5.3.

4.2.6. Требования к оборудованию

4.2.6.1. Конструкция механизмов для подъема или перемещения НДИ должна исключать возможность падения упаковок и перемещения механизмов в случае прекращения подачи электропитания.

4.2.6.2. При проектировании стеллажей необходимо учитывать все нагрузки, возникающие при нормальной эксплуатации и в результате исходных событий. Необходимо, чтобы напряжения, возникающие в результате действия нагрузок, не превышали допустимых пределов для различных крепежных элементов (болтов, гаек, сварных швов и т.д.).

4.2.6.3. Хранилища должны быть оснащены системой аварийной сигнализации о возникновении СЦР и для них должны быть предусмотрены меры по ограничению последствий СЦР в соответствии с "Правилами проектирования и эксплуатации систем аварийной сигнализации о возникновении СЦР и организации мероприятий по ограничению её последствий".

4.2.7. Требования пожарной безопасности

4.2.7.1. Хранилища должны быть оснащены средствами пожаротушения. Запрещается тушение пожаров водой или пеной в хранилищах.

4.2.7.2. Запрещается хранение горючих материалов, не входящих в состав упаковочных комплектов, в хранилище ЯДМ. Запрещается применение горючих материалов в конструкциях стеллажей. Запрещается применение в качестве изолирующих от нейтронного взаимодействия перегородок из дерева, кадмия, парафина.

4.2.7.3. Запрещается прокладка через хранилища кабелей, которые не связаны непосредственно с подачей электроэнергии к оборудованию для обращения с ЯДМ.

5. ДОПУСТИМЫЕ И БЕЗОПАСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ ХРАНЕНИИ ЯДМ

5.1. Общие положения

5.1.1. При проектировании хранилищ рекомендуется наряду с Отраслевыми правилами руководствоваться допустимыми параметрами, приведенными в разделе 5 настоящих правил.

5.1.2. В разделе 5 приведены допустимые параметры для отдельной упаковки и группы или штабеля, у которых число упаковок в направлениях x , y , z равны между собой. Если упаковки расположены в плоской решетке, то допустимое количество ЯДМ в упаковке может быть увеличено в $\sqrt{R}$ раз, где R определяется по формуле (3) и которая справедлива при $R \geq 5.3$.

$$R = \frac{\sqrt[3]{N}}{3}\left(\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} + 1\right) \qquad (3)$$

где n_x , n_y – число упаковок в направлениях x , y ;

N – общее число упаковок в группе или штабеле.

5.1.3. Минимальное расстояние в свету между упаковками, расположенными в штабеле, выбранное в соответствии с таблицами данного раздела, должны быть не менее 150 мм для хранилищ клас-

са 2 или 3 на случай затопления водой. При расположении упаковок в группе вилотную дополнительно должна быть доказана ядерная безопасность в случае затопления водой хранилищ класса 2 или 3.

5.I.4. Значения допустимых количеств ЯДМ в группе или штабеле, приведенные в таблицах правил, справедливы для металлических упаковочных комплектов с толщиной стенки не более I0 мм.

5.I.5. Если упаковки хранятся в штабеле с различными шагами в направлениях x, y, z, то значения допустимых количеств, приведенные в таблицах правил, справедливы при выполнении следующих условий:

5.I.5.I. $a^3 \leq a_x \cdot a_y \cdot a_z$ – для трехмерного штабеля

$a^2 \leq a_x \cdot a_y$ – для двумерного штабеля

где a – шаг решетки с одинаковыми шагами в направлениях x, y, z

a_x, a_y, a_z – различные шаги решетки в направлениях x, y, z.

5.I.5.2. Наибольший шаг из a_x, a_y, a_z превышает наименьший не более чем в 2,5 раза.

5.I.6. Допустимые и безопасные параметры, приведенные в разделе 5 правил для отдельной упаковки, справедливы для обогащений урана равных или меньше указанных в таблицах. Для данных, приведенных в таблицах 3÷6, 9÷I2, I5 правил допускается графическая интерполяция.

5.2. Допустимые параметры при хранении металлического урана и плутония

5.2.I. Допустимые параметры справедливы для металлического урана с плотностью меньше или равной I8,8 г/см^3 и обогащением меньше или равным 96 % и металлического плутония с плотностью меньше или равной I9,8 г/см^3 и содержанием плутония–240 0 %, 4% и 20 %.

5.2.2. При хранении металлического урана или плутония в упаковке в виде одного или нескольких слитков, допустимое количество металлического урана или плутония в отдельной упаковке не должно превышать величин, приведенных в табл.2.

Таблица 2

Вид ЯДМ	Обогащение для урана или весовой процент плутония-240 для плутония	Плотность, г/см^3	Допустимое количество урана-235 или плутония, кг
Уран	96	18.8	10.4
Плутоний	0	19.8	2.5
Плутоний	4	19.8	2.7
Плутоний	20	19.8	3.0

5.2.3. При хранении упаковок с металлическим ураном или плутонием в виде стерженьков, шариков, кубиков, кусков, обломков и т.д. без разбавителей и замедлителей в хранилище класса I справедливы нормы, приведенные в пункте 5.2.2. При этом допустимое количество ЯДМ в одной упаковке может увеличено в соответствии с формулой (4)

$$M_x = M_0\left(\frac{\gamma_0}{\gamma_x}\right)^{4/3} \qquad (4)$$

M_0 - допустимое количество ЯДМ при теоретической плотности урана или плутония (табл.2);

γ_0 - теоретическая плотность ЯДМ;

γ_x - объемная плотность ЯДМ.

При хранении перечисленных ЯДМ в хранилище класса 2 или 3 количество ЯДМ в упаковке не должно превышать безопасного количества , рассчитанного из условия заполнения упаковки водой и приведенного на рис. I, 2.

5.2.4. Допустимые параметры для решетки из упаковок с металлическим ураном или плутонием приведены в табл. 3, 4, 5, 6. Значения допустимых количеств, помеченных звездочками в таблицах применимы в тех случаях, когда они меньше количеств для отдельной упаковки, определенных в соответствии с пунктом 5.2.3 правил.

Таблица 3

Допустимое количество металлического урана, кг урана-235, в упаковке в зависимости от числа упаковок и шага решетки

Число упаковок в штабеле	Шаг решетки, см.							
	20	25	30	35	40	50	60	80
2x2x2 8	7.5	I0.5*	I3.5*	I7.7*	20.5*	24.7*	28.0*	33.0*
3x3x3 27	6.8	9.0	II.8*	I6.0*	I8.4*	2I.0*	25.0*	3I.0*
4x4x4 64	6.0	8.6	II.0*	I4.0*	I6.0*	20.4*	23.5*	29.0*
5x5x5 I25	5.0	7.2	9.5	II.5*	I4.0*	I8.2*	2I.4*	26.5*
6x6x6 2I6	4.0	6.2	8.3	I0.0	I2.3*	I6.4*	I9.7*	25.3*
7x7x7 343	3.5	5.3	7.I	9.0	II.0*	I4.8*	I8.2*	22.6*
8x8x8 5I2	3.2	4.7	6:4	8.0	I0.0	I3.7*	I7.0*	2I.9*
9x9x9 729	2.8	4.2	5.8	7.2	9.I	I2.7*	I5.9*	2I.0*
I0xI0xI0 I000	2.6	3.9	5.2	6.6	8.3	II.7*	I4.9*	20*

Таблица 4

Допустимое количество металлического плутония, кг, в упаковке в зависимости от числа упаковок и шага решетки 100 % Pu-239

Число упаковок в штабеле	Шаг решетки, см					
	25	30	38	46	5I	6I
2x2x2 8	4.4*	5.I*	5.9*	6.3*	6.6*	6.9*
3x3x3 27	3.9*	4.6*	5.4*	5.9*	6.2*	6.6*
4x4x4 64	3.4*	4.I*	4.9*	5.5*	5.8*	6.3*
5x5x5 I25	2.9*	3.6*	4.4*	5.I*	5.4*	6.0*

Продолжение таблица 4

Число упаковок в штабеле	Шаг решетки, см					
	25	30	38	46	51	61
6x6x6 216	2.6	3.2*	4.1*	4.7*	5.1*	6.7*
7x7x7 343	2.3	2.9*	3.8*	4.4*	4.8*	5.4*
8x8x8 512	2.1	2.7	3.5*	4.2*	4.6*	5.2*
9x9x9 729	1.9	2.5	3.3*	3.9*	4.3*	5.0*
10x10x10 1000	1.7	2.3	3.1*	3.7*	4.1*	4.8*

Таблица 5

Допустимое количество металлического плутония, кг, в упаковке в зависимости от числа упаковок и шага решетки (96 % - Pu-239, 4 % Pu-240)

Число упаковок в штабеле	Шаг решетки, см					
	25	30	38	46	51	61
2x2x2 8	4.5*	5.3*	6.2*	6.6*	7.0*	7.5*
3x3x3 27	4.0*	4.8*	5.7*	6.2*	6.6*	7.1*
4x4x4 64	3.5*	4.3*	5.2*	5.8*	6.2*	6.7*
5x5x5 125	3.0	3.8*	4.7*	5.4*	5.8*	6.3*
6x6x6 216	2.7	3.4*	4.3*	5.0*	5.4*	6.0*
7x7x7 343	2.4	3.0	3.9*	4.7*	5.1*	5.8*
8x8x8 512	2.2	2.8	3.7*	4.4*	4.8*	5.5*
9x9x9 729	2.0	2.6	3.4*	4.2*	4.6*	5.3*
10x10x10 1000	1.8	2.4	3.2*	3.9*	4.4*	5.1*

Таблица 6

Допустимое количество металлического плутония, кг, в упаковке в зависимости от числа упаковок и шага решетки (80 % Pu-239, 20% Pu-240)

Общее число упаковок в штабеле	Шаг решетки, см					
	25	30	38	46	5I	6I
2x2x2 8	4.9*	5.6*	6.7*	7.4*	7.8*	8.0*
3x3x3 27	4.4*	5.I*	6.2*	7.0*	7.4*	7.7*
4x4x4 64	3.9*	4.7*	5.7*	6.5*	6.9*	7.4*
5x5x5 I25	3.4*	4.2*	5.2*	6.0*	6.4*	7.I*
6x6x6 2I6	2.9	3.7*	4.7*	5.6*	6.0*	6.7*
7x7x7 343	2.6	3.4*	4.4*	5.2*	5.7*	6.4*
8x8x8 5I2	2.4	3.I*	4.0*	4.9 *	5.4*	6.I*
9x9x9 729	2.2	2.8	3.8*	4.6*	5.I*	5.9*
I0xI0xI0 I000	2.0	2.6	3.5*	4.3*	4.8*	5.7*

5.3. Допустимые и безопасные параметры при хранении соединений урана и плутония с теоретической плотностью менее II.46 г/см^3

5.3.I. Допустимые параметры справедливы для оксидов урана с плотностью меньше или равной I0.96 г/см^3 и оксидов плутония с плотностью меньшей или равной II.46 г/см^3 и влажностью не более I % (мас.). Допустимые параметры справедливы также для фторидов, хлоридов, нитратов и других соединений урана и плутония, при условии, что их влажность не превышает I % (мас.). Плутоний содержит I00% Pu-239.

5.3.2. Допустимое количество ЯДМ в отдельной упаковке приведено в табл.7.

5.3.3. Безопасные объемы для смеси соединений урана или плутония с водой с объемной плотностью урана и плутония не более 3.5 г/см^3 приведены в табл.8. Значения приведены для упаковок цилиндрической формы с высотой равной диаметру.

Таблица 7

Допустимое количество оксидов урана и плутония в отдельной упаковке

Вид ЯДМ	Обогащение урана, %	Допустимое количество урана-235 или плутония, кг
Уран	96	19.7
Уран	38	32
Уран	22	57
Уран	11	100
Уран	6.7	320
Плутоний	-	5.2

Таблица 8

Безопасный объем для смеси порошков оксидов с объемной плотностью не более 3.5 г/см^3 с водой

Вид ЯДМ	Обогащение урана, %	Безопасный объем, л
Уран	96	5
Уран	38	7.2
Уран	22	9
Уран	11	13
Уран	6.7	19
Плутоний	-	2.6

5.3.4. Допустимые параметры для штабеля упаковок с оксидом урана и плутония приведены в табл. 9÷12. Значения, помеченные звездочками в таблицах 9÷12, справедливы в тех случаях, когда они меньше загрузок в отдельную упаковку.

Таблица 9

Допустимое количество оксида урана 96 % обогащения, кг урана-235, в упаковке в зависимости от числа упаковок и шага решетки

Число упаковок в штабеле	Шаг решетки, см					
	20	30	40	50	60	80
8	7.1	I5.0	23.6*	32.6*	4I.3*	54.8*
27	6.0	I2.6	20.2*	28.2*	36.I*	49.0*
64	4.8	I0.3	I6.8	23.8*	30.8*	43.3*
I25	3.7	8.0	I3.3	I9.2	25.3*	37.0*
216	3.0	6.5	II.0	I6.2	2I.6*	32.4*
343	2.5	5.5	9.4	I3.9	I8.8	28.9*
5I2	2.2	4.8	8.2	I2.3	I6.7	26.0*
729	I.9	4.3	7.3	II.0	I5.0	23.7*
I000	I.7	3.8	6.6	9.9	I3.6	2I.8*

Таблица I0

Допустимое количество оксида урана 38 % обогащения, кг урана-235, в упаковке в зависимости от числа упаковок и шага решетки

Число упаковок в штабеле	Шаг решетки, см					
	20	30	40	50	60	80
8	6.7	I4.4	24.3	34.8*	46.0*	66.5*
27	5.6	I2.I	20.6	29.7	39.8*	58.0*
64	4.5	9.9	I6.8	24.8	33.2*	50.3*
I25	3.4	7.6	I3.I	I9.5	26.6	4I.5*
216	2.8	6.I	I0.6	I6.I	22.2	35.4*
343	2.3	5.I	9.0	I3.8	I9.I	30.8
5I2	2.0	4.5	7.8	I2.0	I6.7	27.4
729	I.8	4.0	6.9	I0.6	I4.9	24.6
I000	I.6	3.5	6.2	9.5	I3.4	22.4

Таблица II

Допустимое количество оксида урана 22 % обогащения, кг урана-235, в упаковке в зависимости от числа упаковок и шага решетки

Число упаковок в штабеле	Шаг решетки, см					
	20	30	40	50	60	80
8	6.8	I5.2	26.I	38.2	44.5	76.5*
27	5.7	I2.7	22.0	32.6	40.7	67.0*
64	4.8	I0.6	I6.I	27.I	37.0	58.3*
I25	3.7	8.I	I4.0	2I.I	29.2	47.I
2I6	3.0	6.6	II.4	I7.3	26.I	[illegible]
343	2.5	5.5	9.7	I4.7	20.6	24.2
5I2	2.I	4.8	8.4	I2.8	I8.0	30.I
729	I.9	4.2	7.4	II.3	I6.0	26.9
I000	I.7	3.8	6.6	I0.2	I4.4	24.4

Таблица I2

Допустимое количество оксида плутония, кг Pu, в упаковке в зависимости от числа упаковок и шага решетки

Число упаковок в штабеле	Шаг решетки, см					
	25	3I	38	46	5I	6I
8	6.0*	7.5*	9.7*	II.7*	I2.8*	I4.6*
27	5.4*	6.6*	8.8*	I0.7*	II.9*	I3.6*
64	4.7	6.I*	8.2*	I0.0*	II.I*	I2.9*
I25	3.9	5.I	7.0*	8.8*	9.9*	II.7*
2I6	3.3	4.4	6.2*	7.8*	8.9*	I0.7*
343	2.9	3.9	5.6*	7.I*	8.I*	9.9*
5I2	2.5	3.5	4.9	6.4*	7.4*	9.2*
729	2.3	3.I	4.5	5.9*	6.8*	8.6*
I000	2.I	2.9	4.I	5.5*	6.3*	8.0*

5.4. Допустимые и безопасные параметры при хранении растворов урана и плутония

5.4.1. Правила справедливы для водных растворов, нульп солей UO_2F_2 , $UO_2(NO_3)_2$, $Pu(NO_3)_4$. Плутоний содержит не менее 4 % Pu -240.

5.4.2. Безопасные параметры для отдельных упаковок с растворами не должны превышать значений, приведенных в табл.13,14.

5.4.3. При хранении упаковок безопасного объема в штабелях, шаг решетки не должен превышать значений, приведенных в табл. 15.

Таблица 13

Безопасные параметры для отдельной упаковки с растворами урана

№ п/п	Обогащение ураном-235, %	Безопасное количество -235, кг		Безопасный объем, л		Безопасный диаметр, мм		Безопасная толщина, мм	
		UO_2F_2	$UO_2(NO_3)_2$	UO_2F_2	$UO_2(NO_3)_2$	UO_2F_2	$UO_2(NO_3)_2$	UO_2F_2	$UO_2(NO_3)_2$
1	96	0.4	0.41	5	6.1	127	140	40	44
2	75	0.4	0.42	6	6.1	132	141	43	48.5
3	50	0.4	0.43	6.5	7.3	144	150	50	55
4	38	0.41	0.48	7.2	8.4	152	157	55	60
5	22	0.46	0.54	9	12	171	180	67	72
6	16	0.5	0.61	10.5	15	184	195	75	82
7	11	0.57	0.75	13	20.5	202	220	85	98
8	6.7	0.7	1.12	19	36	234	270	105	130
9	5	0.9	1.8	27	54	260	320	121	165
10	4.4	1.0	2.2	32	70	275	350	130	190
11	4	1.1	2.7	36	83	285	380	140	210
12	3.6	1.3	3.4	41	110	300	420	150	240
13	3	1.7	6.1	55	184	330	500	170	293
14	2.4	2.6	15.7	90	390	385	660	215	360
15	2	3.4	не огр	120	не огр.	430	не огр.	250	не огр.

Таблица I4

Безопасные параметры для отдельной упаковки с раствором нитрата плутония

Безопасное количество плутония, кг	Безопасный объем, л	Безопасный диаметр, мм	Безопасная толщина слоя, мм
0.3I	8.6	I60	60

Таблица I5

Минимальный допустимый шаг решетки для растворов урана в зависимости от объема и числа упаковок (N)

Обогащение урана-235, %	Объем упаковки, л.	Шаг решетки, см				
		N =8	N =27	N =64	N =I25	N =2I6
96	5	46	50	58	65	72
38	7.2	5I	57	62	72	79
22	9	57	63	7I	8I	89
6.7	I9	6I	69	77	90	96
5	28	63	70	8I	94	I00
4	36	64	7I	80	90	I00
3	55	59	65	72	83	92

5.5. Безопасные параметры при хранении актиноидных нуклидов

5.5.I. При хранении актиноидных нуклидов с четным числом нейтронов в виде металлов, окисей или их соединений с любыми элементами количество этих нуклидов в одной упаковке не должно превышать безопасных количеств, приведенных в табл.I6. Данные справедливы для систем со стальным и водяным отражателями.

5.5.2. При хранении актиноидных нуклидов с четным числом нейтронов в виде растворов ограничения на количество нуклидов в упаковке и количество упаковок не накладываются.

Таблица 16

Безопасное количество актиноидных нуклидов с четным числом нейтронов

№№ пп	Нуклид	Безопасное количество нуклида, кг
I	Np -237	I2.5
2	Pu -238	2.0
3	Pu -240	8.5
4	Am -24I	I7.0
5	Am -243	II.0
6	Cm -244	2.5

5.5.3. При хранении актиноидных нуклидов с нечетным числом нейтронов в виде растворов безопасное количество ЯДМ в одной упаковке приведено в табл. I7.

Таблица I7

Безопасное количество актиноидных нуклидов с нечетным числом нейтронов

№№ пп	Нуклид	Безопасное количество нуклида, кг
I	U -233	0.27I
2	Pu -239	0.242
3	Pu -24I	0.II
4	Am -242 m	0.0063
5	Cm -243	0.I
6	Cm -245	0.010
7	Cm -247	0.5I2
8	Cf -249	0.009
9	Cf -25I	0.0039

6. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ЯДМ В ПРЕДЕЛАХ ПРЕДПРИЯТИЯ

6.1. На транспортном средстве допускается размещать не более I группы или штабеля упаковок. Количество упаковок должно быть определено таким образом, чтобы Кэф не превышал 0.98 при любой плотности воды между упаковками.

6.2. Упаковки с ЯДМ должны быть надежно закреплены на транспортном средстве, чтобы избежать опрокидывания и перемещения их при нормальных условиях транспортировки: поворотах, толчках, торможении и качке.

6.3. Скорость движения транспортного средства должна обеспечить безопасность перевозки.

6.4. Конструкцией упаковки должно быть обеспечено , чтобы при нормальных условиях перевозки вода не проникала в какую-либо часть упаковки, за исключением случаев, когда возможность проникновения воды в таком количестве, которое приводит к наибольшему Кэф, предусматривалась при анализе обеспечения ядерной безопасности.

7. ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТАЦИИ

7.1. Для постоянных хранилищ ЯДМ должна иметься следующая документация:

7.1.1. Материалы проекта хранилища

7.1.2. Технические решения по изменениям к проекты хранилищ.

7.1.3. Настоящие правила

7.1.4. Инструкцию по ядерной безопасности при хранении и транспортировке делящихся материалов

Инструкция должна устанавливать:

- обязанность и ответственность персонала за соблюдением требований ядерной безопасности и условий хранения, транспортировки, перегрузки ЯДМ.

- класс хранилища и меры, исключающие возможность попадания воды внутрь хранилищ;

- нормы и порядок хранения, транспортировки, перегрузки ЯДМ;

- исходные события в соответствии с требованиями настоящих правил, технические меры и организационные мероприятия безопасности;

- порядок ликвидации пожаров;

- оповещение персонала о возникновении СЦР;

- действия персонала при возникновении исходных событий.

7.1.5. Документация по учету перемещения ЯДМ (журнал учета, акты, требования о передаче ЯДМ и т.д.).

7.1.6. Схема расположения ЯДМ в хранилище.

7.1.7. Техническая документация и эксплуатационные инструкции на действующее оборудование.

7.1.8. Акты приема в эксплуатацию хранилищ, введенных после утверждения настоящих правил.

7.1.9. Акты комиссий по проверке состояния ядерной безопасности.

7.1.10. Журнал распоряжений и замечаний по ядерной безопасности.

7.1.11. Инструкция по действиям персонала в случае возникновения СЦР. Допускается включать разделом в инструкцию по ядерной безопасности.

7.1.12. План ликвидации аварий, связанных с возникновением СЦР.

7.1.13. Заключения по ядерной безопасности.

7.1.14. Документация по допуску персонала:

- программы подготовки;

- протоколы сдачи экзаменов;

- приказ о допуске к работе персонала;

- рабочие инструкции.

7.2. Нормы и порядок хранения, транспортировки, перегрузки ЯДМ в хранилищах должны быть согласованы в порядке, установленном разделом 7.4 "Основных правил ядерной безопасности при переработке, хранении и транспортировании ядерноопасных делящихся материалов (ПЯ-06-00-88)".

8. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И СОГЛАСОВАНИЮ ПРОЕКТОВ ПОСТОЯННЫХ ХРАНИЛИЩ

8.1. В составе проектов постоянных хранилищ должны быть разделы, содержащие:

- описание транспортно-технологических операций;
- описание и чертежи оборудования хранилищ и упаковочных комплектов;
- компоновочные решения;
- нормы хранения, транспортировки, перегрузки;
- обоснование ядерной безопасности, в которое должны быть рассмотрены исходные события в соответствии с требованиями настоящих Правил;
- описание системы аварийной сигнализации о возникновении СЦР;
- описание средств пожаротушения;
- результаты оценки последствий возникновения СЦР в хранилище и меры по ограничению этих последствий.

8.2. Порядок согласования проектов, вводимых в действие заключений, внесения изменений и дополнений в документацию по ядерной безопасности определяется разделом 7 Основных правил.

8.3. Ввод в эксплуатацию постоянных хранилищ осуществляется в соответствии с п. 8.1, а временных хранилищ в соответствии с п. 8.7 Основных правил.

Безопасное количество ЯДМ в упаковке при произвольном расположении твэл длиной более [illegible] см в воде в зависимости от отношения объема отдельного твэла к его поверхности V/S, см.

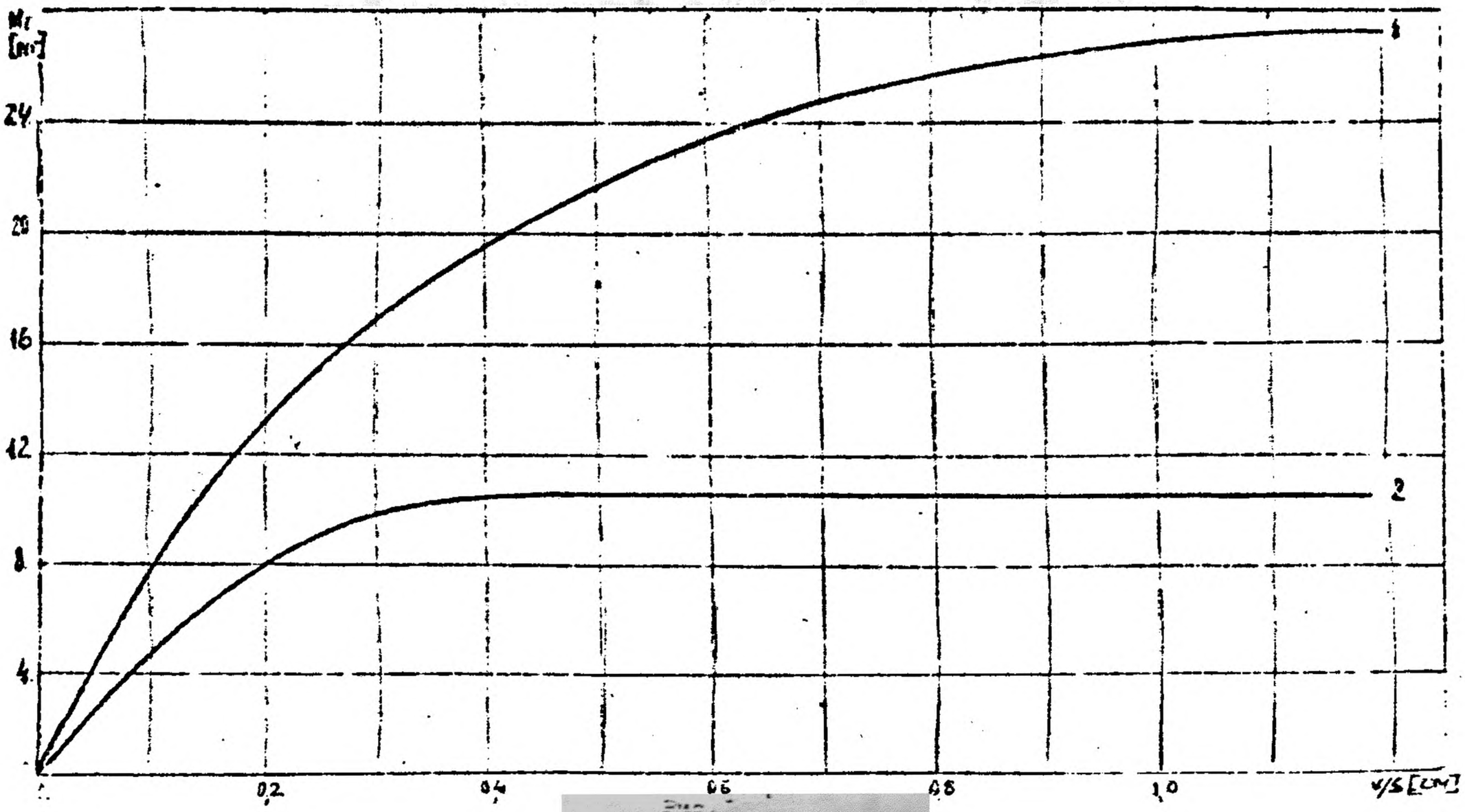

Рис. 1

1 – [illegible]

Безопасное количество ЯДМ в упаковке при произвольном расположении кусков ЯДМ в воде в зависимости от отношения объема отдельного куска к его поверхности V/S , см.

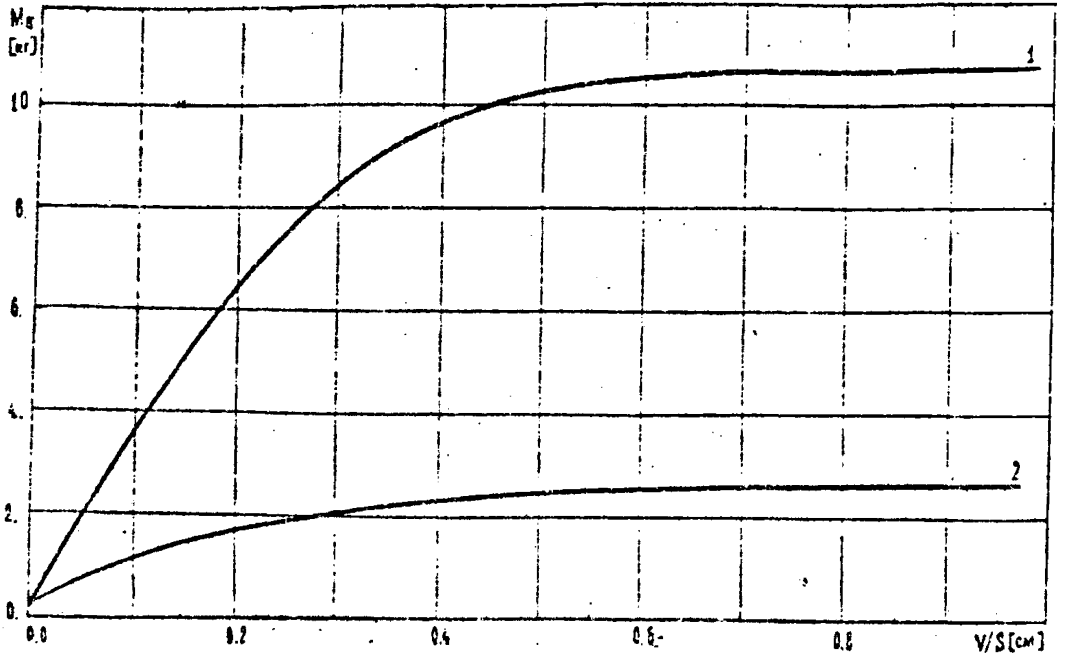

Рис.2.

1 - металлический уран
2 - металлический плутоний