

16. СЕРА

В РОСФОНДе представлены данные для всех 4-х стабильных изотопов серы и для радиоактивной серы-35

16.1. Сера-32

Содержание в природной смеси 95.02% - основной изотоп. Во всех современных библиотеках принята оценка Н.Nakamura (1987).

Область разрешенных резонансов простирается до 1.56585 МэВ и содержит параметры 42 s -, 22-х p - и 19 d -резонансов. На рис.1 показаны нарастающие числа резонансов в зависимости от энергии. Видно, что граница области разрешенных резонансов неоправданно завышена.



Рис.1.

На рис.2 оценка Хакамуры сравнивается с новейшими экспериментальными данными Абфальтерера в той области энергий, в которой эти данные имеются. Согласие вне резонансной (выше 1.59 МэВ) области вполне приемлемо. Однако вблизи границы области разрешенных резонансов (рис 2б) характер расхождений указывает, что эта граница в оценке JENDL-3.3 неоправданно завышена. Представляется целесообразным снизить в РОСФОНДе эту границу до 1.45 МэВ (см. Рис.2б).

Ясно, что было бы целесообразно переоценить резонансные параметры серы с учетом данных Абфальтерера, однако такая переоценка выходит за возможности настоящей работы.

В таблице 1 приведены тепловые сечения и резонансный интеграл захвата из оценки Мухабхаба¹, из секции 451 файла JENDL-3.3 и результаты, рассчитанные с помощью программы NJOY. Уточненные данные согласуются с оценкой Мухабхаба.

В файле РОСФОНД в секции 451 следует привести уточненные данные по тепловым сечениям и резонансному интегралу захвата.

¹ S.F.Mughabghab. Atlas of Neutron Resonances. Resonance Parameters and Thermal Cross Sections. ELSEVIER, 2005.

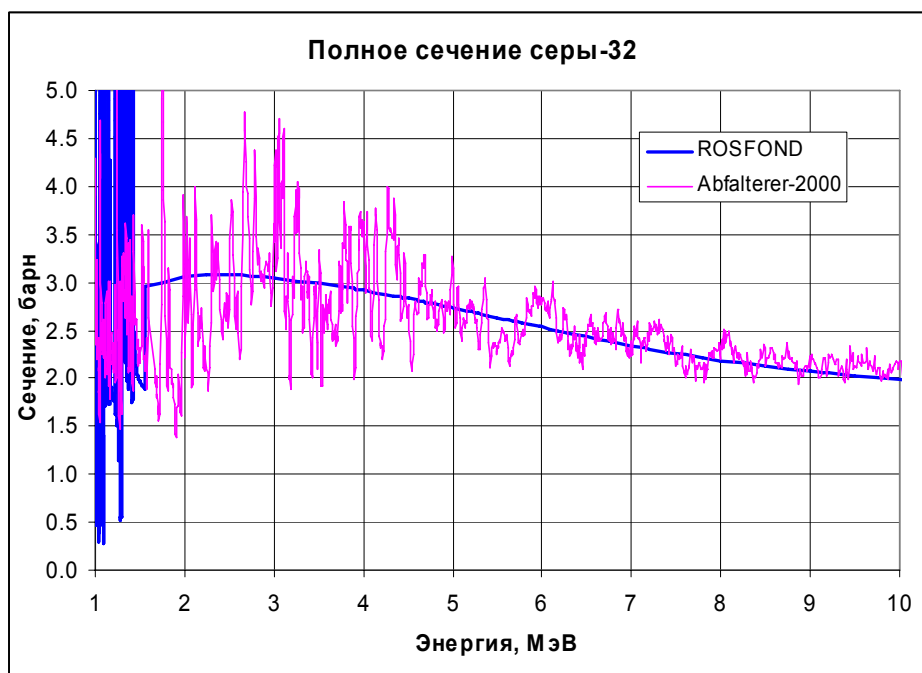


Рис.2а

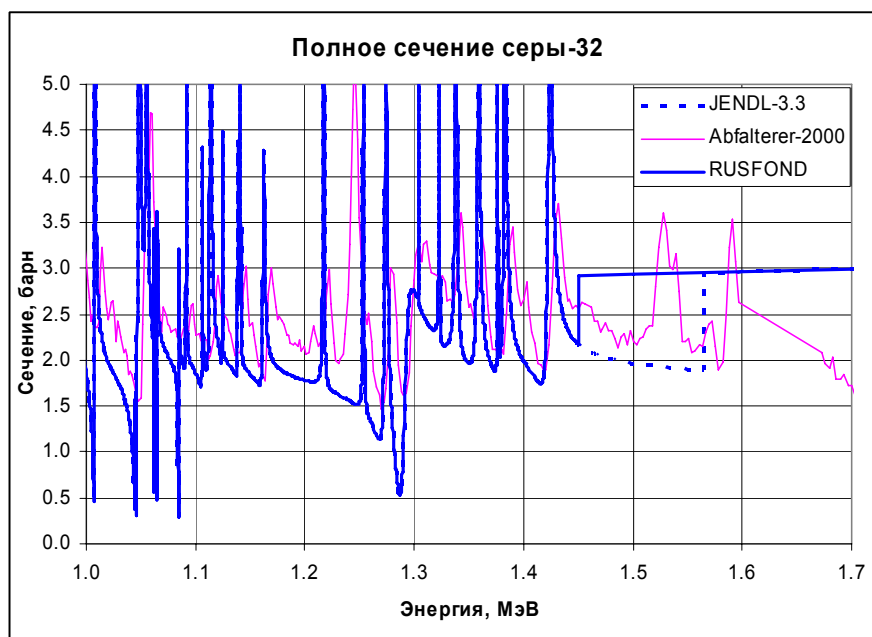


Рис.2б.

Таблица 1. Тепловые сечения и резонансный интеграл серы-32.

Величина	Мухабхаб	Указано в MF=451 JENDL-3.3	Рассчитано по NJOY
σ_γ	0.518 ± 0.014	0.528	0.528
σ_{el}	0.973 ± 0.002	0.963	0.979
RI	0.246 ± 0.004	0.250	0.245

Закключение.

В РОСФОНД принять оценку из JENDL-3.3 с корректировкой границы области разрешенных резонансов. Внести коррективы в секции MT=1, MT=2 и MT=102 путем экстраполяции к сниженной границе области разрешенных резонансов.

Автор рекомендации

Николаев М.Н.

16.2. Сера-33

Содержание в природной смеси 0.75%. Во всех современных библиотеках принята оценка Н.Nakamura (1987).

Особенностью серы-33 является то, что на этом изотопе реакции (n,p) и (n, α) могут происходить под действием нейтронов любых энергий.

В оценке Накамуры область разрешенных резонансов простирается до 260 кэВ и содержит параметры 7 s-резонансов (не считая двух введенных связанных состояний). В атласе Мухабхаба1 в этой области приведены параметры 22 резонансов и указывается на наличие еще для 8 резонансов приведены полные ширины и величины $g\Gamma_n\Gamma_\gamma/\Gamma$. Для большинства резонансов приводятся значения Γ_α . В то же время, резонансные параметры в атласе Мухабхаба, не согласованы: указанные там полные ширины не совпадают с суммой парциальных (отличия составляют, примерно, 25% в ту и другую сторону). Таким образом, просто заменить в оценке Накамуры резонансные параметры на приведенные Мухабхабом невозможно: требуется их переоценка с целью ликвидации противоречий.

В таблице 2 приведенные Мухабхабом тепловые сечения и резонансные интегралы сравниваются с рассчитанными на основе файла и с приведенными в заголовочной секции этого файла.

Таблица 2. Тепловые сечения и резонансный интеграл серы-33.

Величина	Мухабхаб	Указано в MF=451 JENDL-3.3	Рассчитано по NJOY
σ_γ	0.454 \pm 0.002	0.35	0.350
σ_p	0.002 \pm 0.001		0.0016
σ_α	0.115 \pm 0.010		0.171
σ_s	2.73 \pm 0.25	2.84	2.889
RI_γ	0.229 \pm 0.015	0.164	0.163
RI_p			0.020
RI_α			2.058

Обращает на себя внимание весьма высокое значение резонансного интеграла (n, α). Это высокое значение обусловлено тем, что во всей области интегрирования от 0 до 5 эВ до 100 кэВ в оценке принято постоянное сечение этой реакции, равное 0.16862.

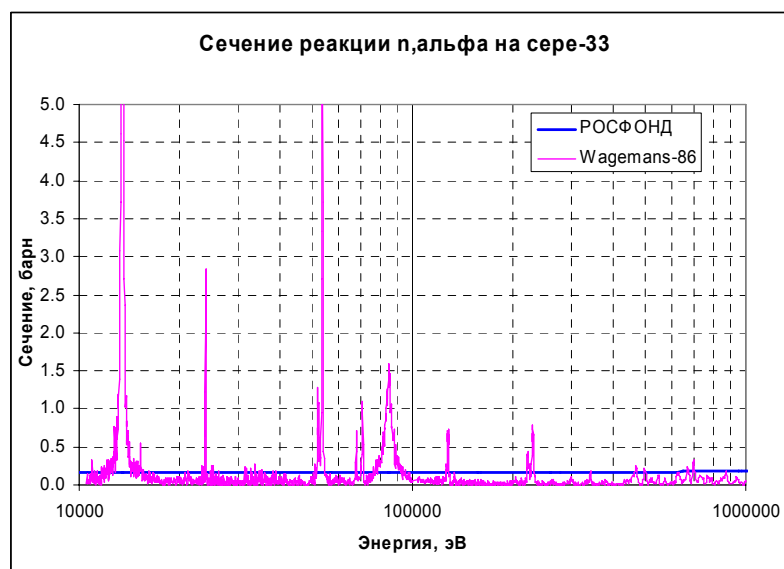


Рис.3

На рис.3 принятое сечение этой реакции сравнивается с экспериментальными данными Вагеманса, не учитывавшимися в оценке. Очевидно, что сечение реакции (n, α) требует переоценки (согласованной с переоценкой резонансных параметров и полного сечения). Что касается последнего, то из приводимого ниже рис. 4а видно, что в оценке не учтено множество резонансов, отмеченных в атласе Мухабхаба и проявившихся в эксперименте Годденса. Заметим, что некоторые из последних в атласе Мухабхаба не указаны – например резонанс при 30.7 кэВ, показанный на рис. 4б в увеличенном масштабе.

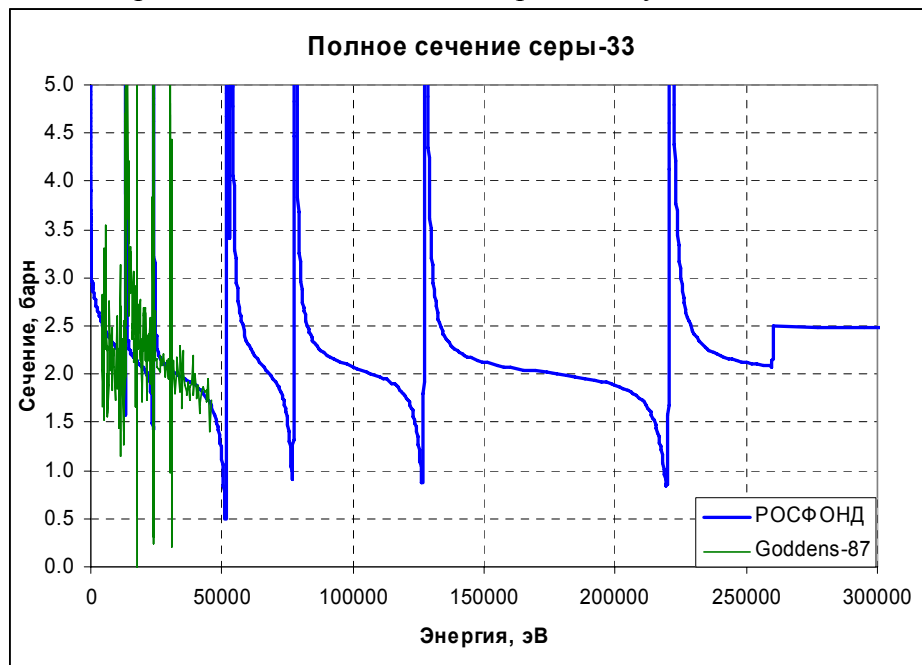


Рис.4а

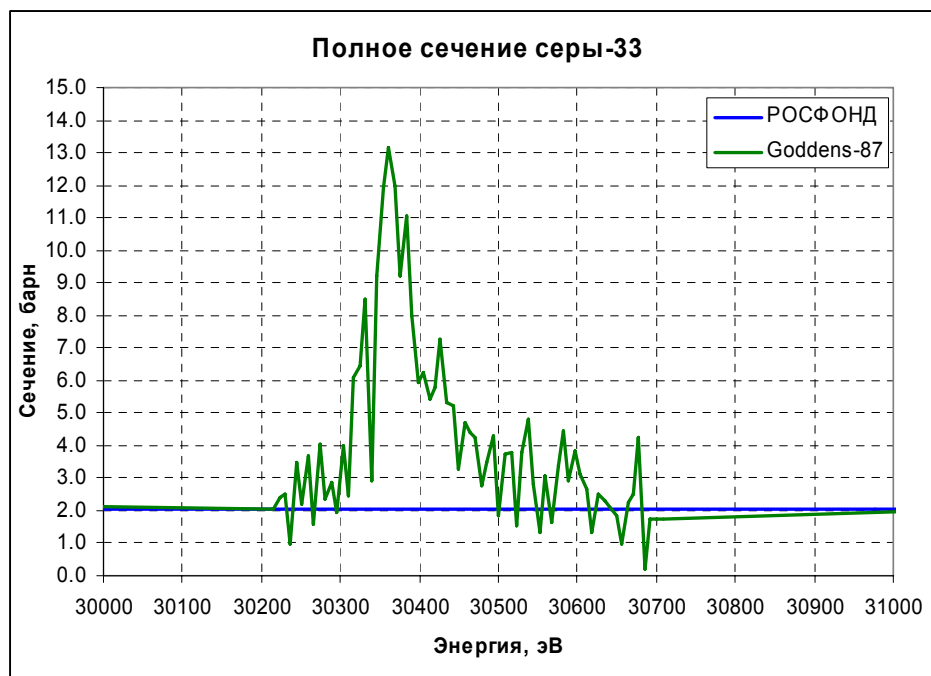


Рис.4б

Заключение

В РОСФОНД временно принять оценку Накамуры, отметив необходимость ее пересмотра с учетом вновь появившейся экспериментальной информации.

Автор рекомендации
Николаев М.Н.

16.3. Сера-34

Содержание в природной смеси 4.21%. Во всех современных библиотеках принята оценка Н.Nakamura (1987).

Как и в случае серы-32, резонансные параметры приняты на основе оценки Мухабхаба 1984 г. В новом атласе Мухабхаба¹ отмечено гораздо большее число резонансов, параметры которых, однако в большинстве случаев не полны (приводятся лишь резонансные энергии и величины $g \Gamma n \Gamma \gamma / \Gamma$). Наличие гораздо более сложной резонансной структуры, чем это следует из оценки Накамуры, видно и из сравнения результатов этой оценки с экспериментальными данными Зейбеля мл. и Карлтона. Заметим, что ни на одну из этих работ в атласе Мухабхаба ссылок не имеется. Дополнительная структура сечений, выявленная Зейбелем мл., слабо коррелирует с резонансами, указанными в атласе Мухабхаба. Эксперимент Карлтона выявляет резонансную структуру в области энергий ниже 10 кэВ, в которой в атласе Мухабхаба не отмечено ни одного резонанса. Заметим, что Карлтоном измерялось и сечение захвата, однако результаты измерений не были включены в EXFOR (отмечено лишь, что они хранятся на магнитной ленте в Харвелле).

В табл. 3 приведены тепловые сечения и резонансный интеграл захвата в сравнении с данными атласа Мухабхаба¹.

Таблица 3. Тепловые сечения и резонансный интеграл серы-34.

Величина	Мухабхаб	Указано в MF=451 JENDL-3.3	Рассчитано по NJOY
σ_γ	0.256 ± 0.009	0.22	0.224
σ_{el}	1.46 ± 0.03	2.08	2.109
RI	0.106 ± 0.005	0.101	0.099

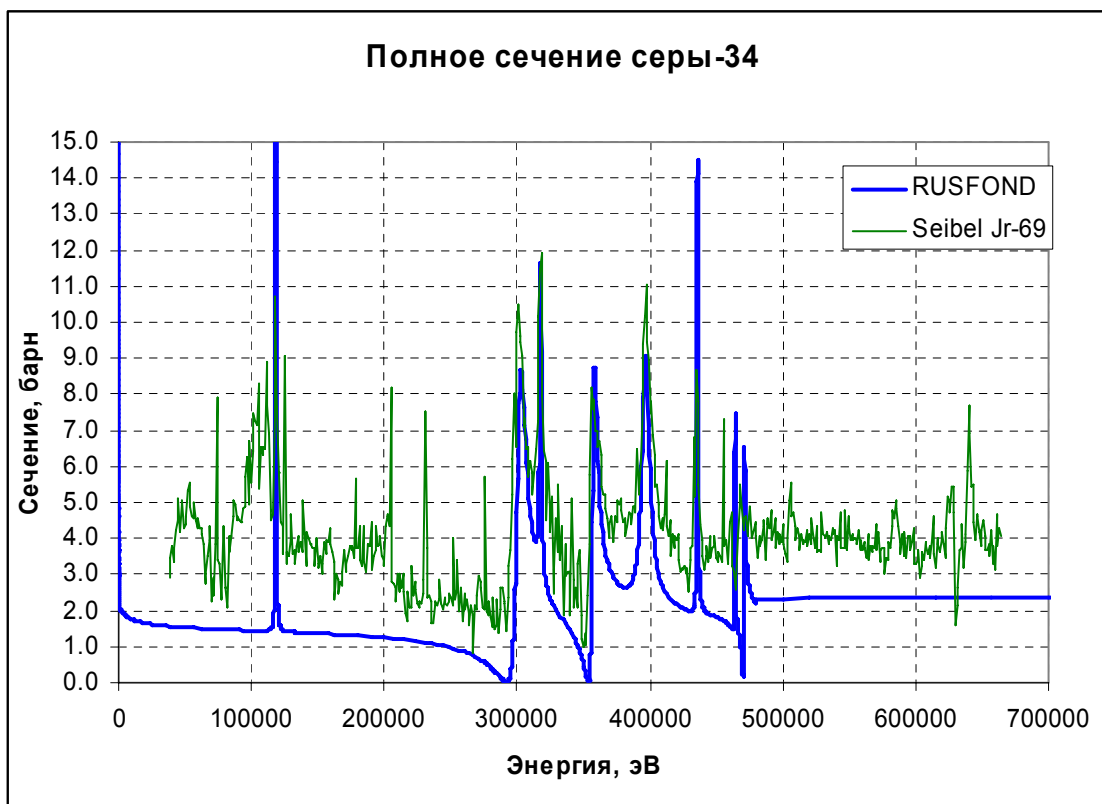


Рис.5а

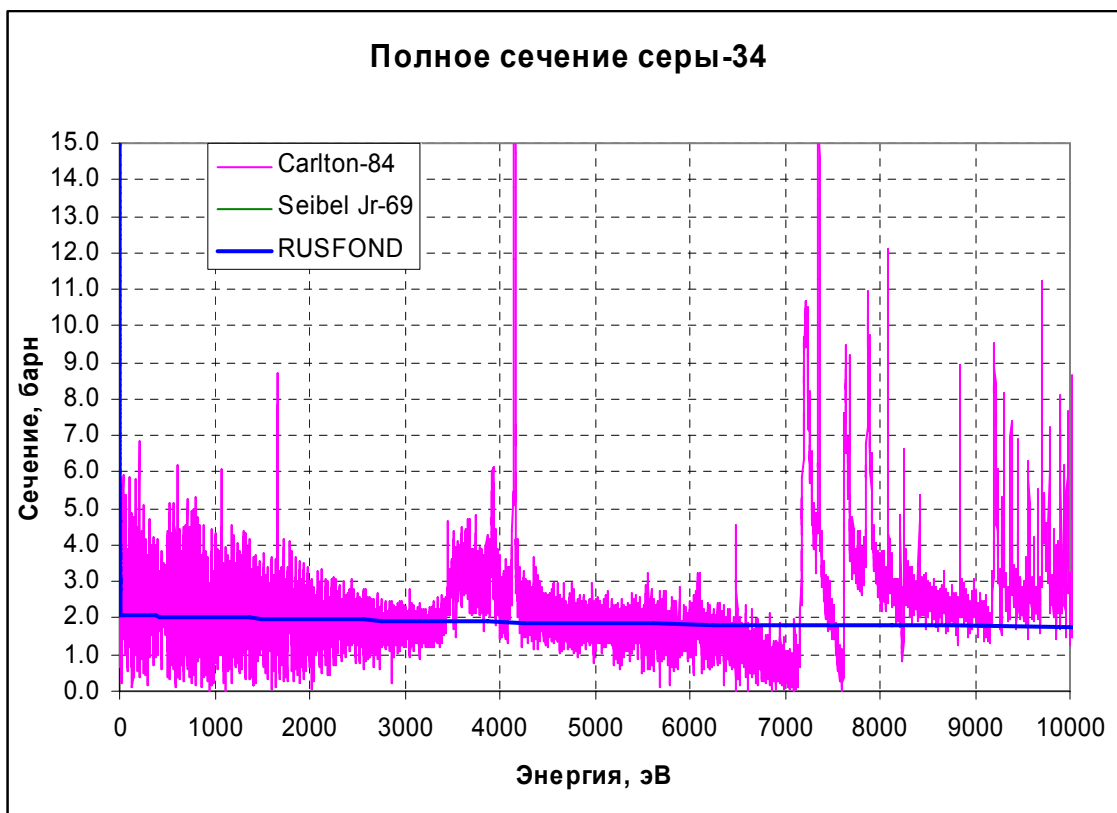


Рис.5б

Заключение

В РОСФОНД включается файл оцененных данных из EAF-2003. Отмечается желательность пересмотра принятой оценки с целью уточнения резонансной структуры сечений.

Заключение

В РОСФОНД принять оценку Накамуры.

Автор рекомендации

Николаев М.Н.

16.4. Сера-35

Радиоактивна: испытывает бета-распад в хлор-35 ($T_{1/2}=87.5$ д).

Автор рекомендации

Николаев М.Н.

16.5. Сера-36

Содержание в природной смеси 0.02%. В JEFF-3.1 и JENDL-3.3 принята оценка Хакамуры. В ФОНД-2.2 – неполная оценка из EAF-99.

Заключение

В РОСФОНД принять оценку Хакамуры.

Автор рекомендации

Николаев М.Н.