

27. КОБАЛЬТ

В ФОНД-2.2 помещена оценка Т.Аoki, Т.Аsami,1982. Для радионуклидов принята оценка EAF-3.

В ENDF/B-VII принята оценка A.Smith, G. DeSaussure, 1989.

В JENDL-3.3 содержится оценка Т.Watanabe, 1994 г.

В JEFF-3.1 для стабильного кобальта принята оценка из ENDF/B-VII. Кроме этой оценки, в JEFF содержится, также, полная оценка данных для радиоактивных ^{58}Co и $^{58}\text{Co}^m$. Она основана на данных Копецкого и Ниропа, дополненных Группелааром. Данных для других радиоизотопов кобальта нет

27.1. Кобальт-56

Радиоактивен. ($T_{1/2}=77.25$ д). Испытывает позитронный распад или захват орбитального электрона с переходом в железо-56

Заключение

В РОСФОНД принимается оценка EAF-2003.

27.2. Кобальт-57

Радиоактивен. ($T_{1/2}=271.8$ д) Испытывает захват орбитального электрона с переходом в железо-57

Заключение

В РОСФОНД принимается оценка EAF-2003.

27.3. Кобальт-58

Радиоактивен. ($T_{1/2}=70.82$ д). Испытывает позитронный распад или захват орбитального электрона с переходом в железо-58. Целесообразность замены данными из JEFF-3.1 не очевидна. Например, сравнение оцененных значений сечения захвата, представленных на рисунке 1, указывает на присутствие ошибки в оценке JEFF при наведении баланса сечений в области 10 эВ-ного резонанса.

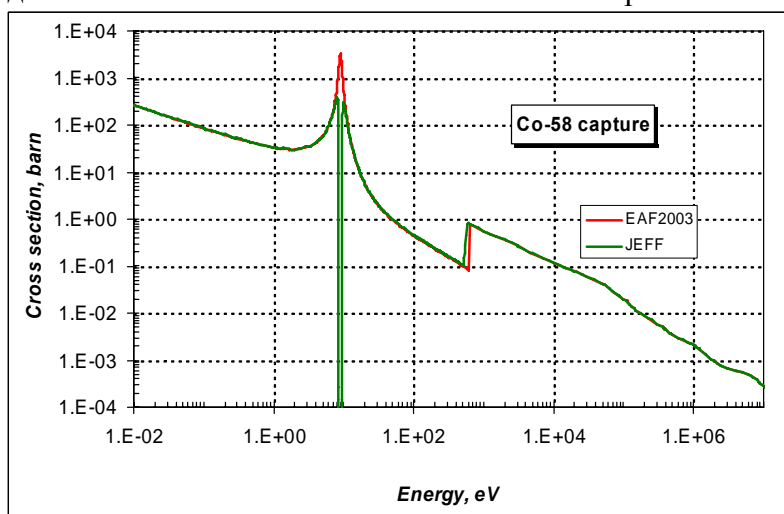


Рисунок 1 – Сравнение оцененных сечений захвата на Co-58.

Заключение

В РОСФОНД принимается оценка EAF-2003.

27.4. Кобальт-59

Содержание в естественной смеси -100%.

Фактически на сегодняшний день имеется две независимые оценки для Co-59: оценка группы Смита и Десасюра (ENDF/B-VII) и оценка Ватанабе (JENDL-3.3).

27.4.1. Резонансная область: (MF=2)

2.1. Спин и четность $J^\pi = 7/2^-$;

2.2. Радиус рассеяния: $R = 0.667 \cdot 10^{-12}$ см.

2.3. Область разрешенных резонансов.

Некоторые характеристики для области резонансных энергий приведены в таблице 1. Они получены с помощью программы INTER из комплекса программ ENDF UTILITY CODES (release 6.13, July 2002).

Таблица 1. Резонансные свойства Co-59.

Табл ица 1. Резонансны	Граница области RRR, keV	$\sigma_\gamma(2200)$, барн	G-fact	I_γ , барн
ENDF/B	100	37.17	1.00024	75.76
JENDL	100	37.20	1.00024	75.81
Mughabghab		37.18 ± 0.06	1.0004	75.9 ± 2.0

Из приведенной в таблице 1 информации видно, что обе оценки согласуются с рекомендациями Мухабхаба. На рисунке 2 приводится сравнение нарастающих сумм S- и P-резонансов для области разрешенных резонансов.

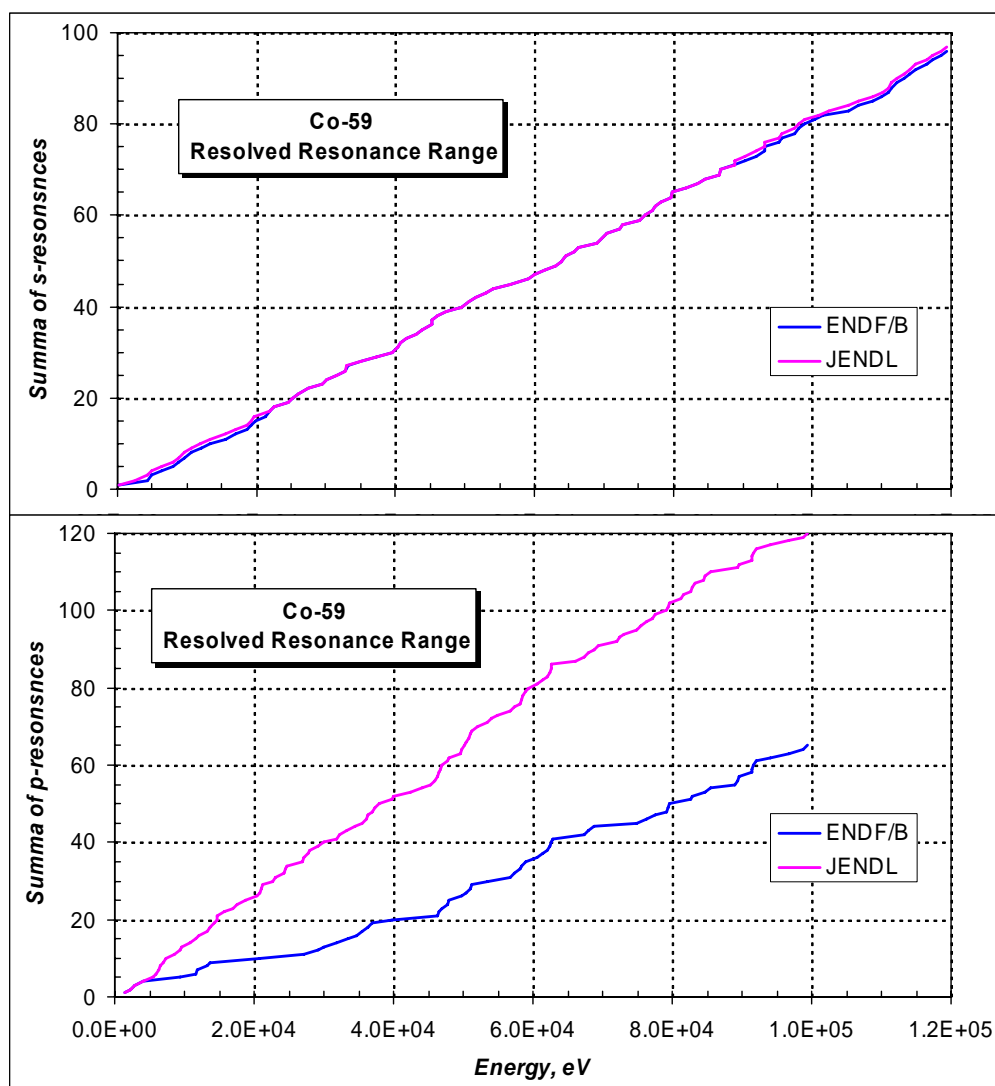


Рисунок 2 – Сравнение числа резонансов.

Из приведенного на рисунке 2 сравнения следует, что число S-резонансов в обеих оценках практически одинаково, в то время, как число Р-резонансов в оценке ENDF/B в два раза меньше чем в JENDL. Из описаний выполненных оценок следует, что для получения резонансных параметров в обеих оценках были использованы одни и те же источники данных. Отсутствие недостающих Р-резонансов в ENDF/B было скомпенсировано введением подложки в файле гладких сечений.

ВЫВОДЫ:

Из проведенного сравнения следует, что для РОСФОНДА предпочтительнее использовать оценку параметров разрешенных резонансов из JENDL.

27.4.2. Сечения нейтронных реакций

Полное сечение.

Сравнение оцененных сечений полного взаимодействия на основе 28-групповых сечений, полученных с помощью программы NJOY, приведено на рисунке 1.

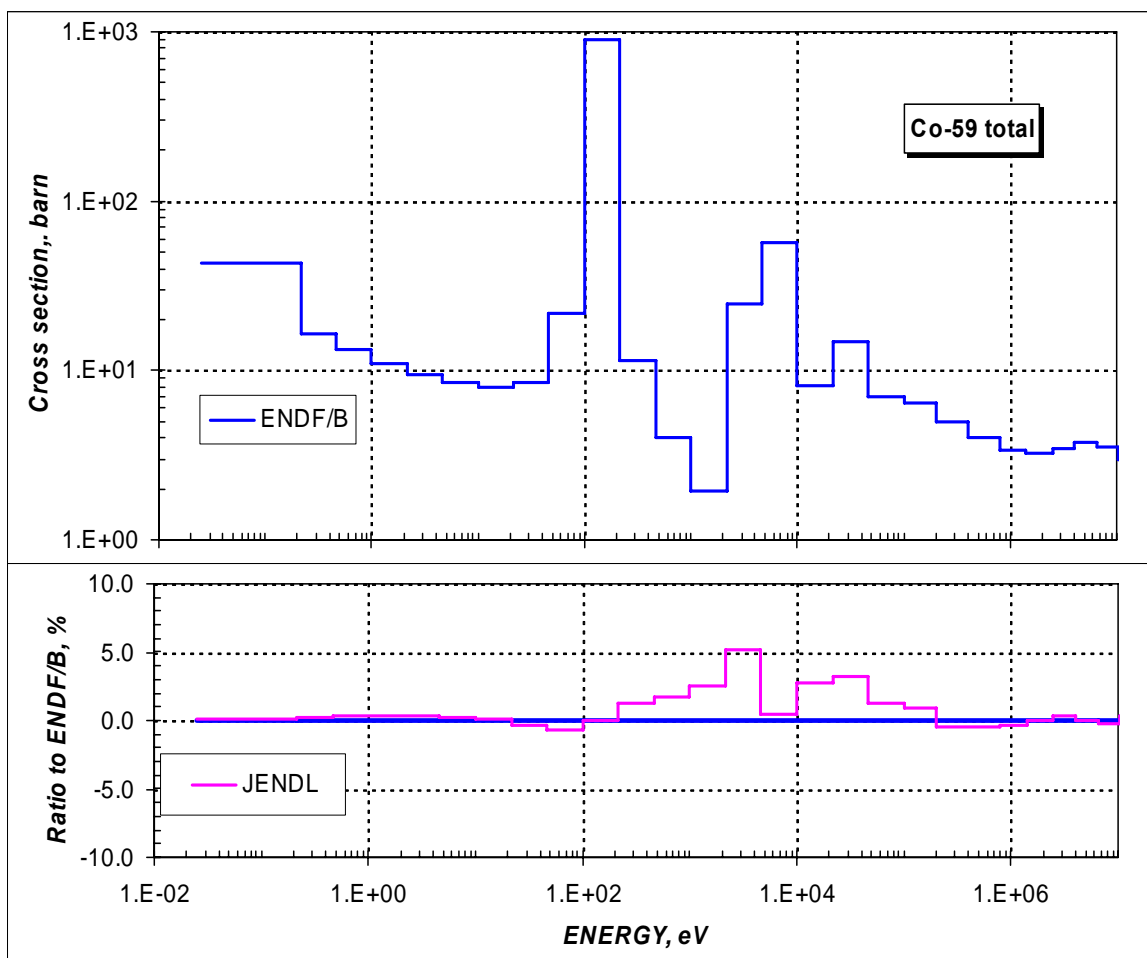


Рисунок 3 – Сравнение оцененных сечений полного взаимодействия для Co-59.

Из приведенного на рисунке 1 сравнения видно, что отличия оценки JENDL от оценки ENDF/B достигает максимума в области энергий 1 кэВ и составляет ~ 5%, что является очень хорошим согласием.

В этой области энергий имеется несколько наборов экспериментальных данных. Сравнение оцененных сечений полного взаимодействия с наиболее свежими экспериментальными данными в области энергий выше 100 кэВ показано на рисунке 4.

Из приведенного на рисунках 3 и 4 сравнения видно, что оценки ENDF/B являются практически равнозначными и согласуются с последними экспериментальными данными.

Выводы:

Оценка сечения полного взаимодействия из JENDL выглядит предпочтительнее с учетом того факта, что набор резонансных параметров в ней сделан более качественным.

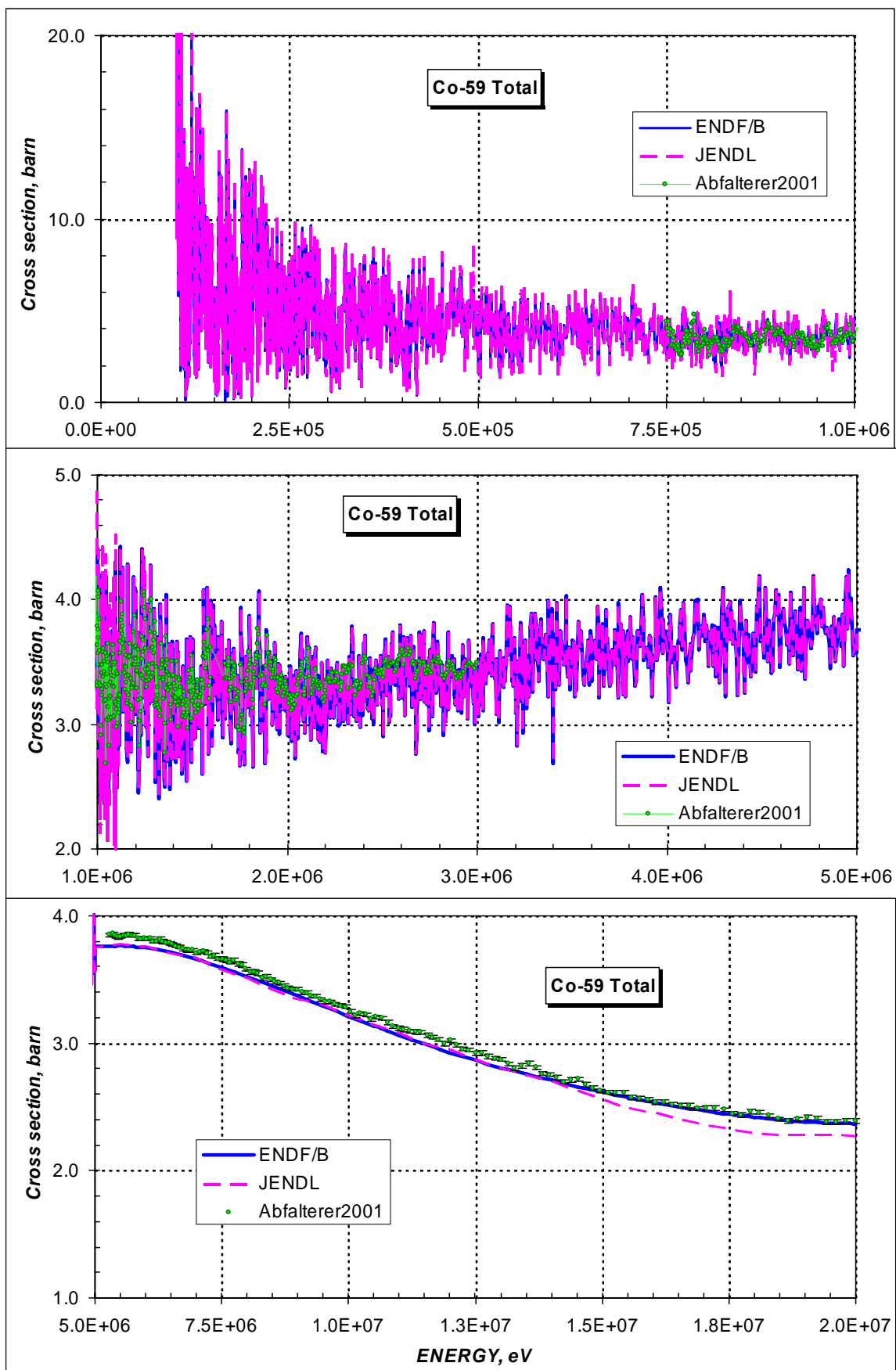


Рисунок 4 – Сравнение оцененных сечений полного взаимодействия для Co-59 с экспериментальными данными в области энергий выше 100 кэВ.

Сечение захвата нейтронов

Сравнение оцененных сечений захвата нейтронов на основе 28-групповых сечений, полученных с помощью программы NJOY, приведено на рисунке 5.

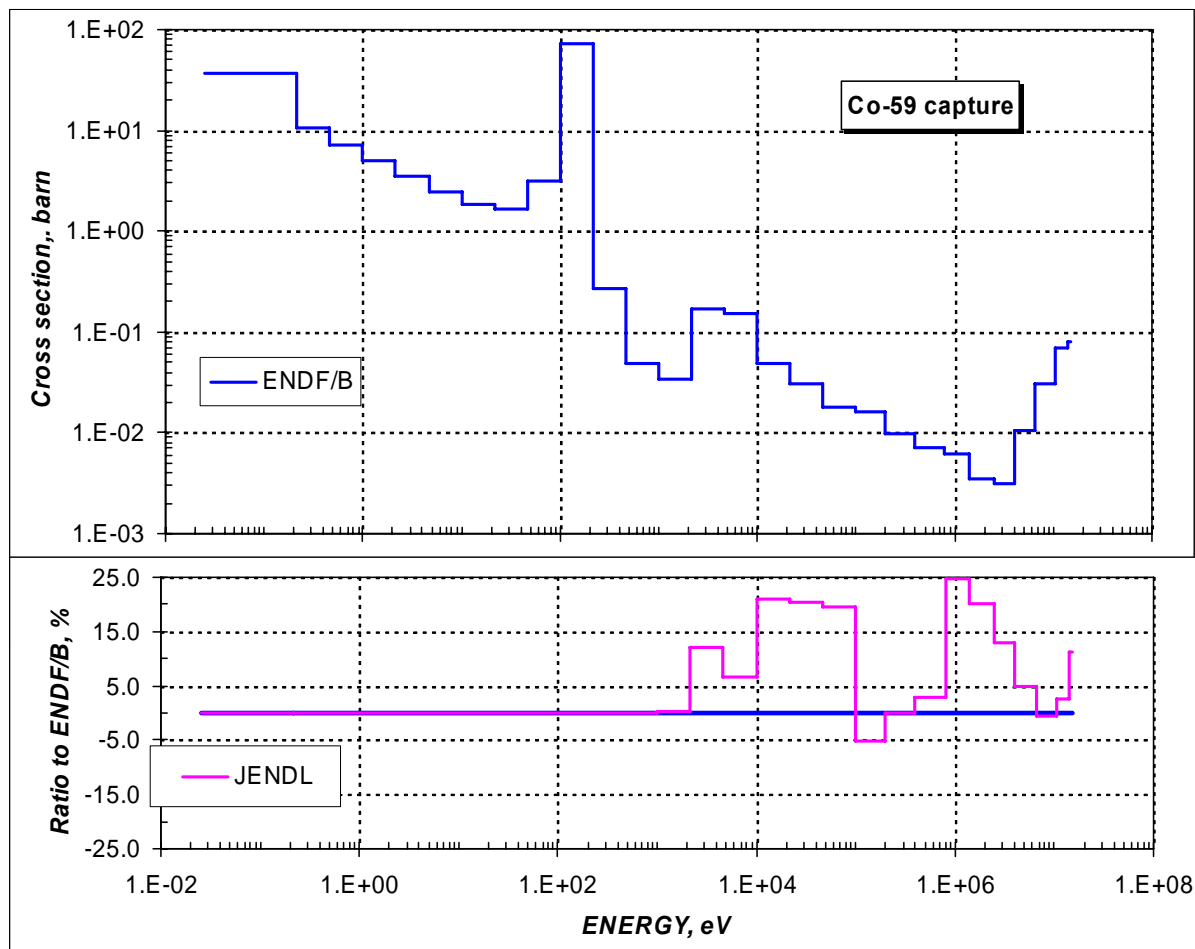


Рисунок 5 – Сравнение оцененных сечений захвата нейтронов на Co-59 в области энергий 0.01 эВ – 20 МэВ.

Из приведенного на рисунке 5 сравнения видно, что до 1 кэВ оценки хорошо согласуются между собой. Выше 1 кэВ и до границы области разрешенных резонансов 100 кэВ оценка JENDL в среднем на 15% выше, чем оценка ENDF/B. Это различие может быть вызвано неполной компенсацией пропущенных Р-резонансов, которое наблюдается в оценке ENDF/B.

В области энергий выше 100 кэВ имеется несколько наборов экспериментальных данных. Сравнение оцененных сечений захвата с экспериментальными данными в области энергий выше 100 кэВ показано на рисунке 6.

Из приведенного на рисунке 6 сравнения оцененных сечений и экспериментальных данных видно, что

- имеющиеся экспериментальные данные вследствие их плохого разрешения не позволяют оценить надежность той или иной оценки;

- оценка ENDF/B по сравнению с оценкой JENDL имеет иной характер учета конкуренции процесса неупругого рассеяния нейтронов в области энергии ~ 1 МэВ. В целом, оценка JENDL более согласована с немногочисленными экспериментальными данными.

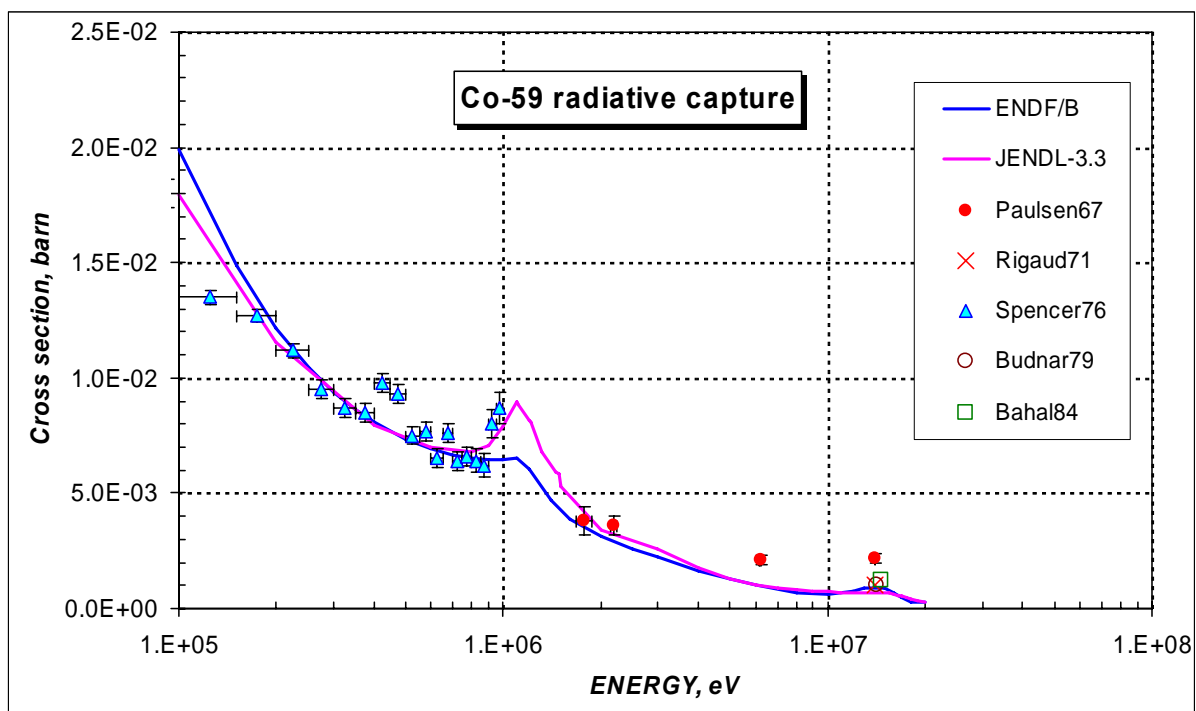


Рисунок 6 – Сравнение оцененных сечений захвата нейтронов на Co-59 в области энергий выше 100 кэВ.

Выводы:

Оценка сечения радиационного захвата нейтронов из JENDL выглядит предпочтительнее других.

Сечение неупругого рассеяния нейтронов

Сравнение оцененных сечений упругого рассеяния нейтронов с имеющимися экспериментальными данными приводится на рисунке 7.

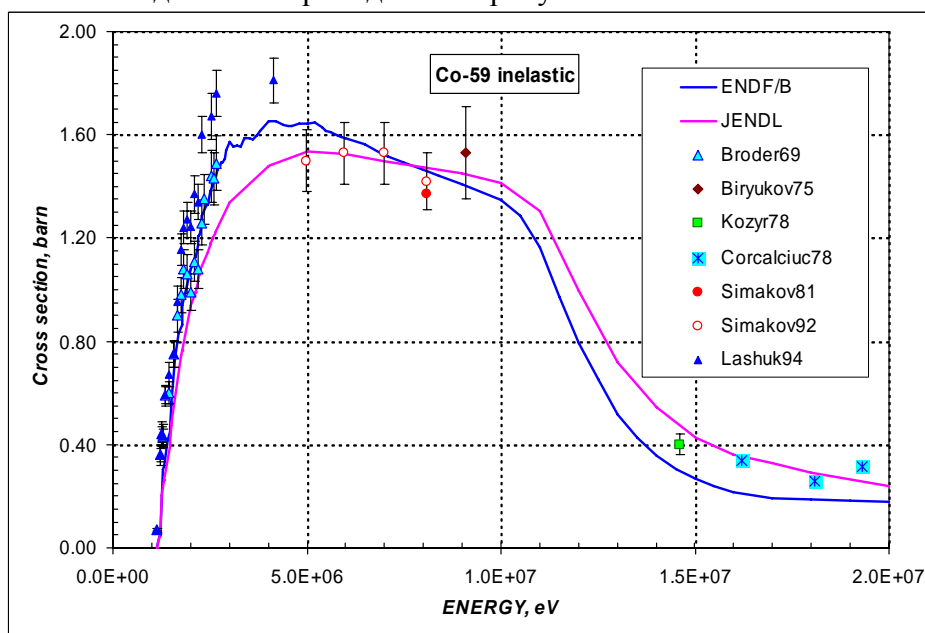


Рисунок 7 – Сравнение оцененных сечений неупругого рассеяния нейтронов с экспериментальными данными на Co-59.

Из приведенного на рисунке 7 сравнения видно, что оценка ENDF/B лучше чем JENDL согласуется с экспериментальными данными, за исключением области энергий выше 15 МэВ.

Следует отметить здесь, что результаты Бродера (1970) практически совпадают с данными Лашука(1994) и потому они на рисунке не приводятся. Это значит, что все работы по измерению сечения неупругого рассеяния ниже 5 МэВ практически выполнены одной и той же группой в ФЭИ в конце 60-годов. Измерения Симакова, как ранние, так и поздние, выполненные так же в ФЭИ, не подтверждают высокие значения сечения в области энергий 5 МэВ. Эксперименты, выполненные в области энергий от 3 до 5 МэВ, могли бы разрешить возникшую ситуацию.

Выводы:

В целом, оценка ENDF/B лучшим образом согласуется с имеющимися экспериментальными данными.

Заключение

На основе проведенного сравнения основных нейтронных сечений для Co-59 в РОСФОНД рекомендуется взять оцененные нейтронные данные из JENDL-3.3 (T.Watanabe, 1988-1993). Ковариационные данные исключить. Их анализ следует выполнить на следующем этапе.

Автор отбора данных

Кощеев В.Н.

27.5. Кобальт-60

Радиоактивен ($T_{1/2}=5.271$ д), испытывает бета-распад в никель-60.

Заключение

В РОСФОНД принимается оценка EAF-2003.