

23. ВАНАДИЙ

Природный ванадий содержит два изотопа V-50 (слаборadioактивный изотоп с содержанием 0.25%) и V-51. Таким образом, природный ванадий состоит почти полностью из одного изотопа. Ещё два радиоизотопа V-48 и V-49 являются достаточно долгоживущими, и данные для них должны быть представлены в РОСФОНДе.

В ФОНД-2.2 полный набор данных приведен лишь для V-51 (Gunrer, Havel, Howerton, 1977). Для остальных изотопов, включая стабильный V-50, приведены лишь данные из EAF-3.

В ENDF/B-VII содержится оценка A. и D. Smith для природного ванадия (1988)

В JENDL-3.3 – оценка T. Watanabe того же года.

В JEFF-3.1 – оценка Gruppelaar, Van Der Kamp, Kopetcky, Nierop (1991) для природного ванадия выполненная, главным образом, на основе нейтронных данных из библиотеки ENDF/B-VI.8, т.е. на основе оценки A. и D. Smith (1988).

23.1. Ванадий-48

Радиоактивен. Испытывает позитронный распад или захват орбитального электрона с переходом в титан-48. ($T_{1/2}=15.97$ д).

Заключение

В РОСФОНД принимается файл данных из EAF-2003. Сечения образования отдельных состояний ядер-продуктов, содержащиеся в EAF-2003 в файле MF=10, сложить по подсекциям и суммы записать в соответствующие секции файла MF=3.

23.2. Ванадий-49

Радиоактивен. Испытывает захват орбитального электрона с переходом в титан-49. ($T_{1/2}=330$ д).

Заключение

В РОСФОНД принимается файл данных из EAF-2003. Сечения образования отдельных состояний ядер-продуктов, содержащиеся в EAF-2003 в файле MF=10, сложить по подсекциям и суммы записать в соответствующие секции файла MF=3.

23.3. Ванадий-50

Содержание в естественной смеси 0.25%

Радиоактивен. Испытывает захват орбитального электрона с переходом в титан-50. или бета-распад в хром-50 ($T_{1/2}=1.4 \cdot 10^{17}$ лет).

Заключение

В РОСФОНД принимается файл данных из EAF-2003

23.4. Ванадий-51

Заключение

В РОСФОНД принят файл ванадия-51, полученный из файла для природного ванадия (см. ниже) путем вычитания вклада ванадия-50, заданного поточечной подложкой в резонансной области.

23.5. Ванадий-природный

Из за высокого сечения поглощения ванадия-50 (более 60 барн при 0.0253эВ) его вкладом в поглощение природного ванадия пренебрегать не следует.

Основными нейтронными сечениями V-nat являются полное сечение взаимодействия с нейтронами, сечение радиационного захвата и сечение неупругого рассеяния.

Поскольку для ванадия-50 в РОСФОНД включен файл, содержащий данные только о ней тронных сечениях, включение файла данных для природного ванадия необходимо.

23.4.1. Полное сечение.

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

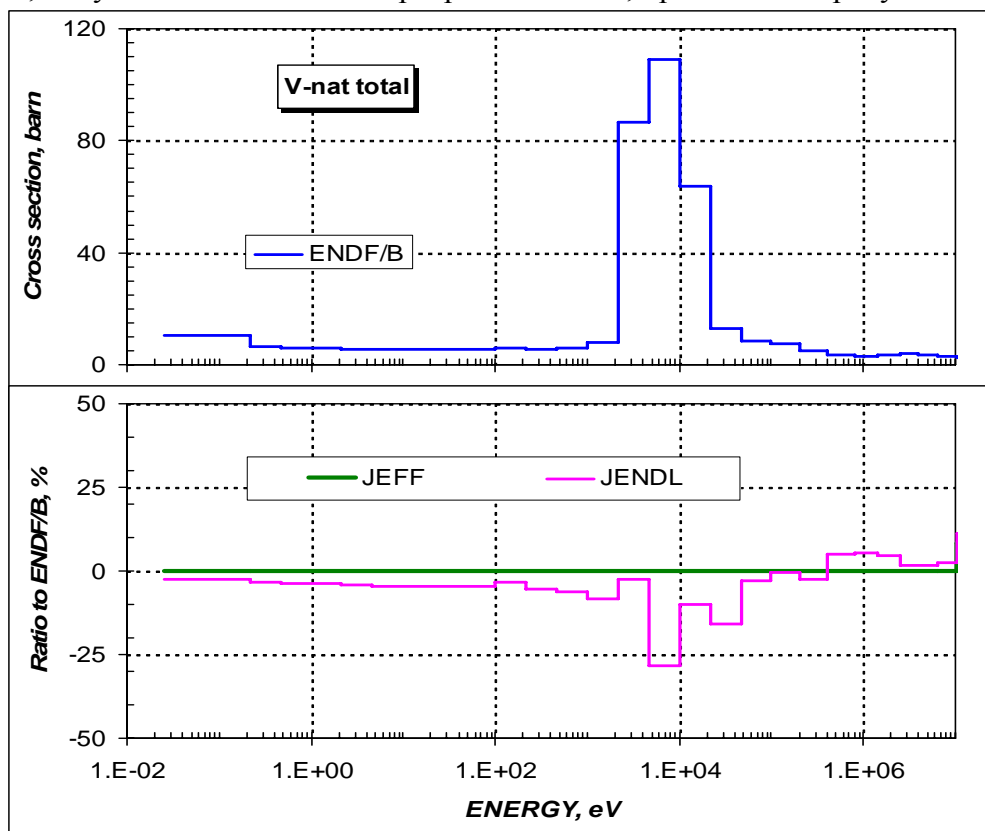


Рисунок 1 – Сравнение оцененных сечений полного взаимодействия для V-nat.

Из приведенного на рисунке 1 сравнения видно, что отличия оценки JENDL от оценки ENDF/B достигает максимуму в области энергий 1 кэВ – 100 кэВ и достигают 30%. Напомним, что оценка JEFF совпадает с JENDL в этой области энергий.

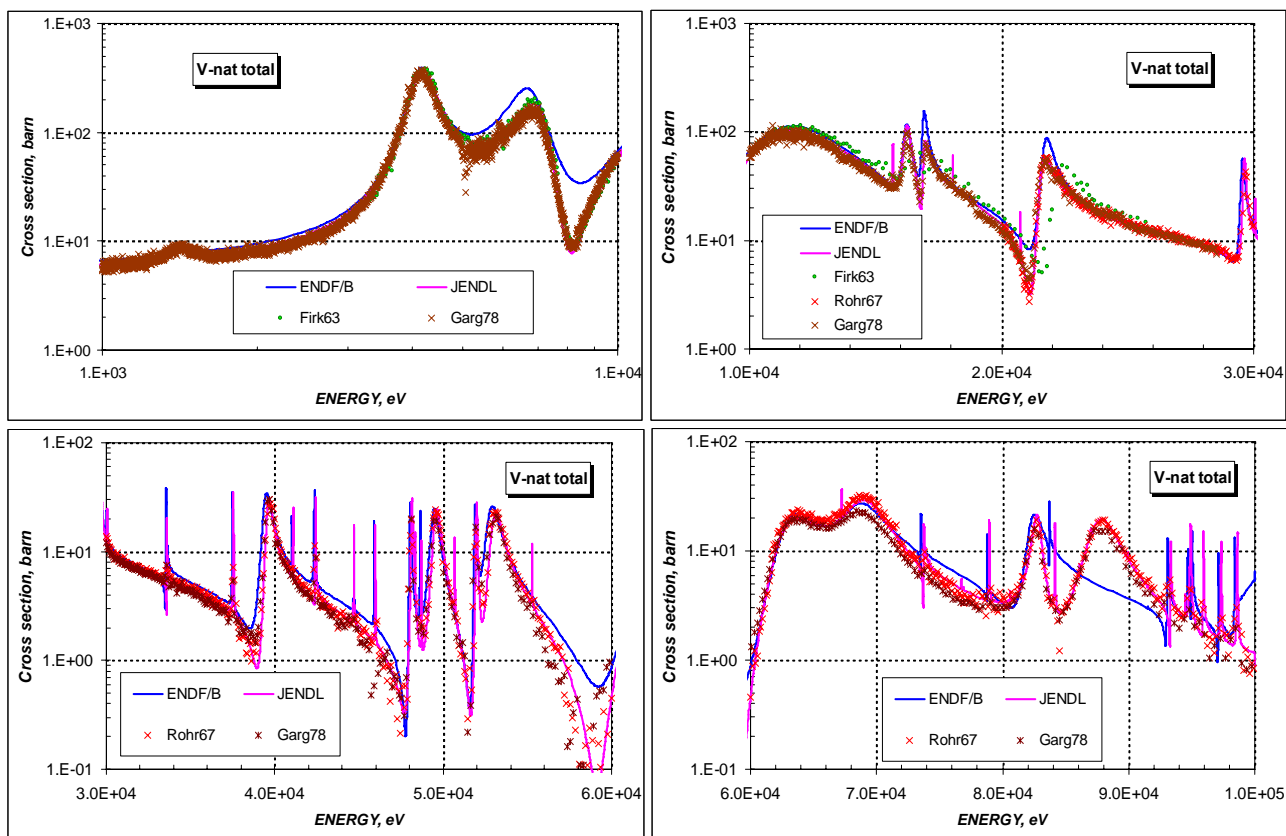


Рисунок 2 – Сравнение полного сечения Sc-45 в области энергий до 3.0 кэВ.

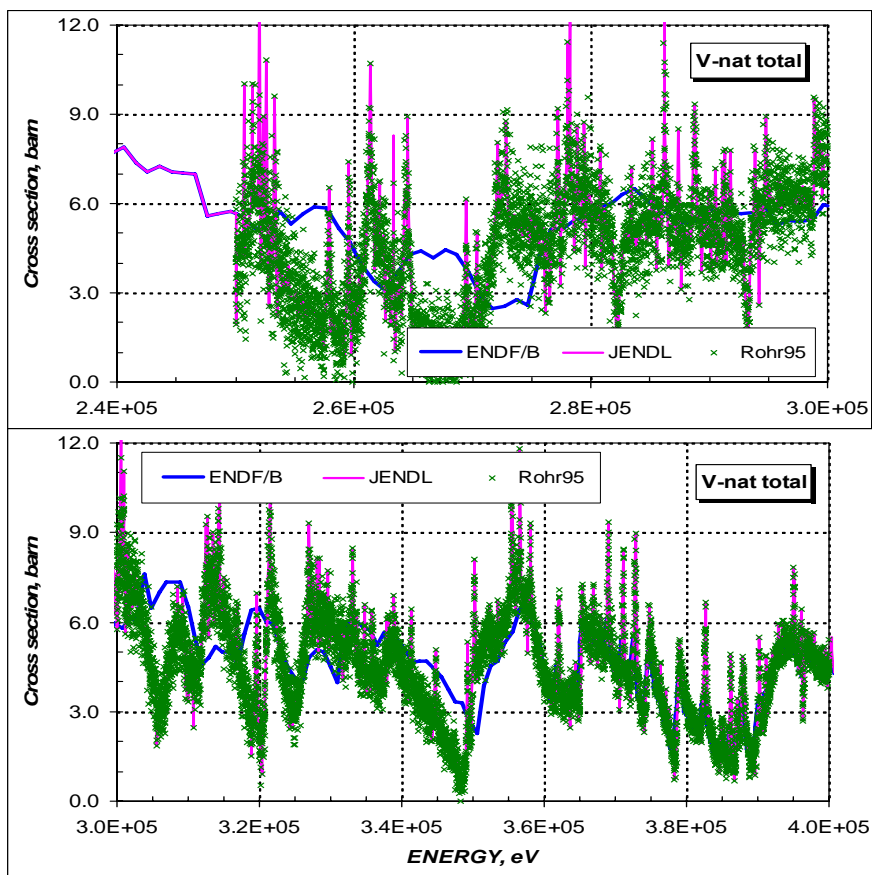


Рисунок 3 – Сравнение полного сечения Sc-45 в области энергий до 3.0 кэВ.

В этой области энергий имеется несколько наборов экспериментальных данных. Сравнение оцененных сечений полного взаимодействия с некоторыми наиболее свежими экспериментальными данными в области энергий 1 – 100 кэВ, где наблюдаются наибольшие различия в оценках, показано на рисунке 2. На рисунке 3 показано сравнение оцененных и экспериментальных данных в области более высоких энергий 200 – 400 кэВ.

Из приведенного на рисунках 2 и 3 сравнения видно, что оценка ENDF/B (а также и JEFF) не согласуется со структурой полного сечения, наблюдаемой в эксперименте. В то время, как оценка JENDL прекрасно согласуется с имеющимися наборами экспериментальных измерений.

Выводы:

Оценка сечения полного взаимодействия из JENDL-3.3 выглядит предпочтительнее других.

23.4.2. Сечение захвата нейтронов

Сравнение оцененных сечений захвата нейтронов на основе 28-групповых сечений, полученных с помощью программы NJOY, приведено на рисунке 4.

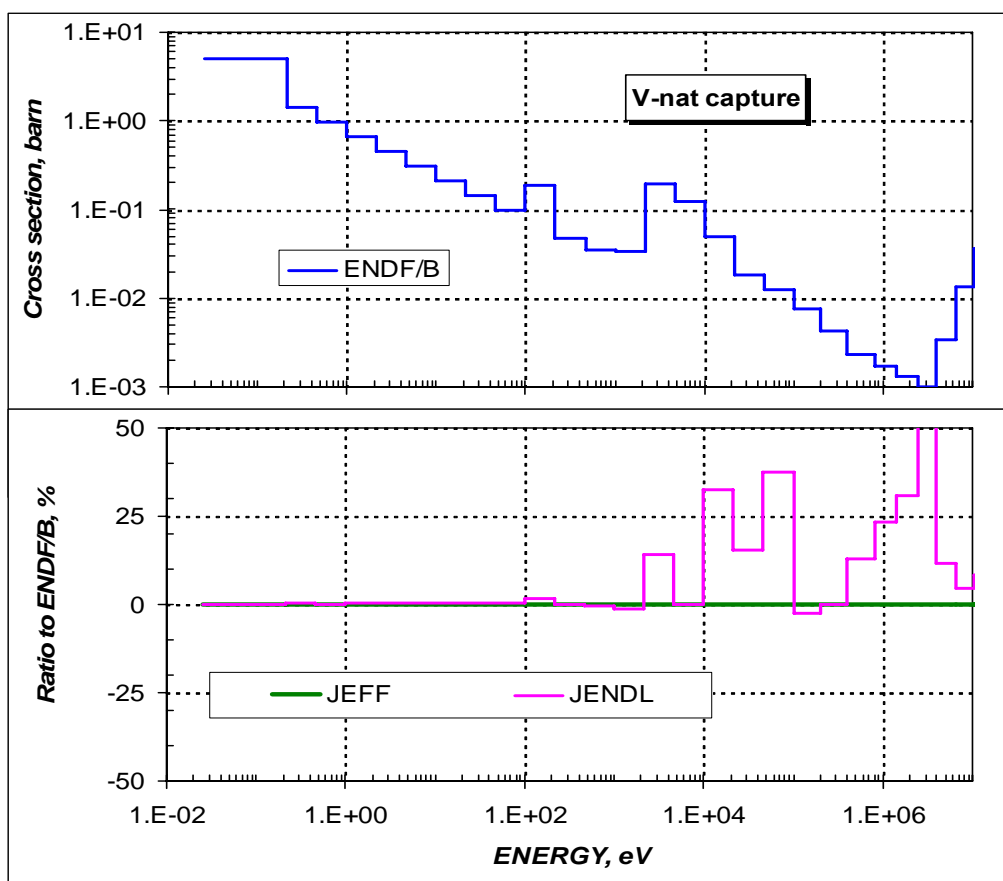


Рисунок 4 – Сравнение оцененных сечений захвата нейтронов на V-nat в области энергий 0.01 эВ – 10 МэВ.

Из приведенного на рисунке 4 сравнения видно, что до 10 кэВ оценки хорошо согласуются между собой. Выше 10 кэВ оценка JENDL в среднем на 25% выше чем оценка ENDF/B.

В этой области энергий имеется только один набор экспериментальных данных группы Стиглитца (Stieglitz, 1971 г.). Сравнение оцененных сечений захвата с

экспериментальными данными в области энергий 10 – 100 кэВ, где наблюдаются наибольшие различия в оценках, показано на рисунке 5..

Из приведенного на рисунке 5 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 (а также и JEFF) по сравнению с оценкой JENDL имеет меньшее количество резонансных уровней, что и послужило причиной занижения сечения захвата в области энергий выше 10 кэВ.

Учитывая тот факт, что структура полного сечения согласуется со структурой сечения захвата можно утверждать, что оценка сечения захвата из JENDL .носит более достоверный характер.

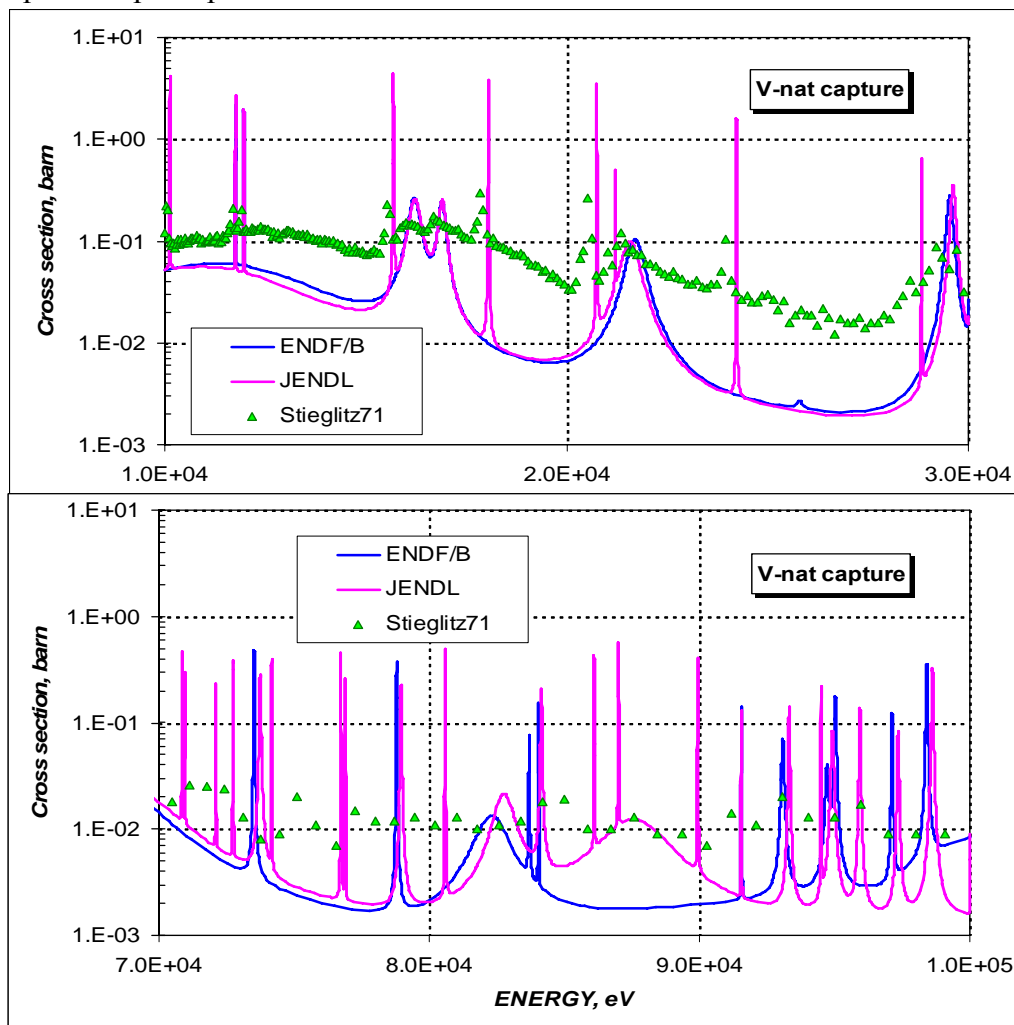


Рисунок 5 – Сравнение оцененных сечений захвата нейтронов на V-nat в области энергий 10-100 кэВ.

Выводы:

Оценка сечения радиационного захвата нейтронов из JENDL-3.3 выглядит предпочтительнее других.

21.2.3. Сечение неупругого рассеяния нейтронов

Сравнение оцененных сечений упругого рассеяния нейтронов выполнено на основе 28-групповых сечений, полученных с помощью программы NJOY. На рисунке 6 приводится сравнение сечений по отношению с оценке ENDF/B.

Экспериментальные данные по измерению сечения неупругого рассеяния отсутствуют. Наблюдаемые различия характеризуют согласие в используемых теоретических моделях для расчета сечений.

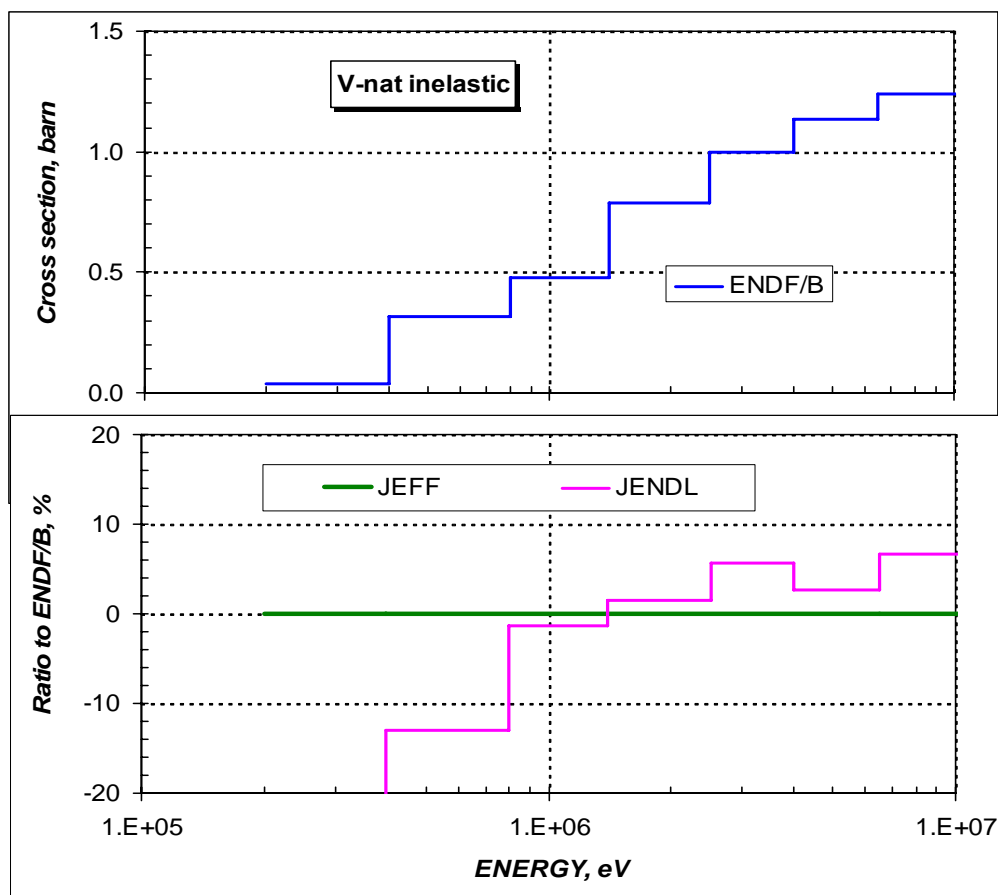


Рисунок 6 – Сравнение оцененных сечений неупругого рассеяния нейтронов на V-nat.

Выводы:

Отсутствие экспериментальной информации не позволяет отдать предпочтение какой-либо современной оценке сечения неупругого рассеяния нейтронов.

Заключение

На основе проведенного сравнения основных нейтронных сечений для природного ванадия 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.

Целесообразно при возможности заменить файл для природного ванадия на два – для каждого из изотопов: в принятой оценке вклад ванадия-50 учтен в виде подложки к области разрешенных резонансов, которой учитываются только первые три из 17

резонансов этого изотопа. Удаление этого вклада даст файл для ванадия-51. Построить файл для ванадия-50 сложнее, т.к. требуется оценка полного сечения выше резонансной области.

Автор отбора данных

Кошечев В.Н.