

Применение принципов бионического проектирования в контейнерах для ОЯТ: конструирование, материалы, технология, производство

Ю.А.Кириллов, к.т.н., АО «ЛЦ ЯТЦ»,

Шаргаев Е.О. к.т.н., Кудинов А.И., АО «ЛЦ ЯТЦ»

Бионическое конструирование контейнера для ОЯТ

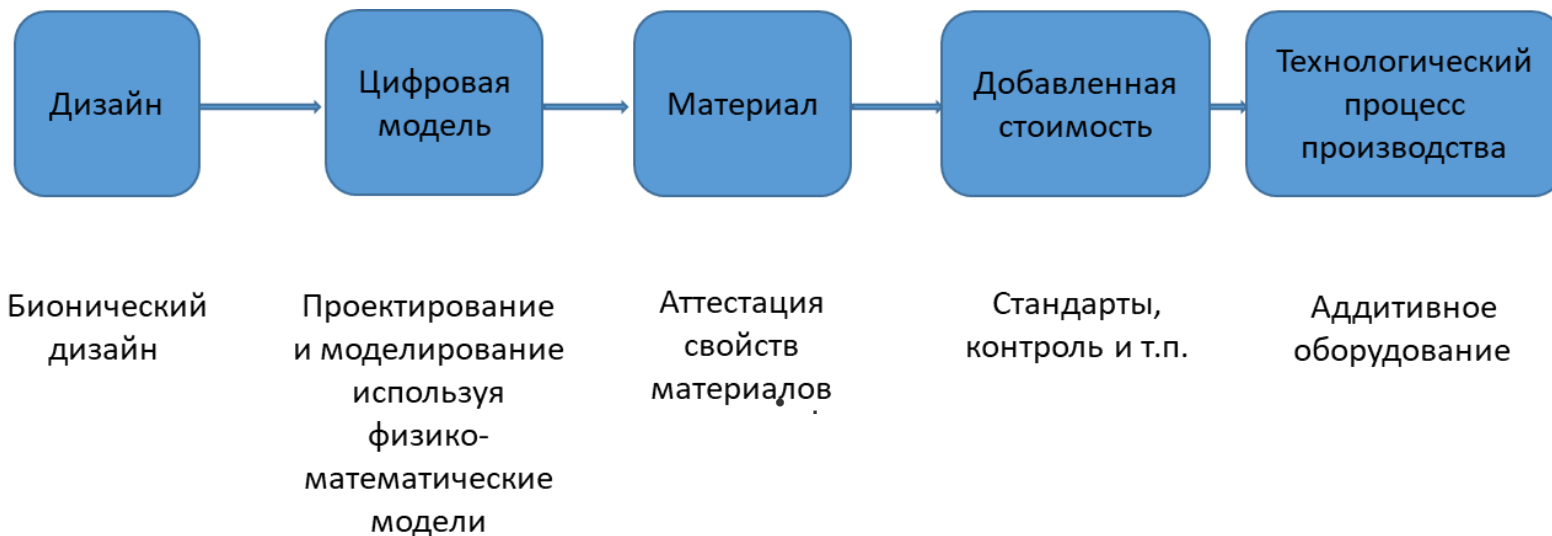


Рис.1 Основные направления технологической дорожной карты в области БК и АТ

Критерии применения бионического проектирования и аддитивных технологий по приоритетности:

- 1. Критерии безопасности;**
- 2. Критерии потребительского спроса, с учётом важности и массовости потребления;**
- 3. Критерии экономические, с учётом объёма системы, в которую включено изделие;**
- 4. Критерии технологической целесообразности;**
- 5. Критерии экологические.**

Рис.2. Критерии применения БП и АТ

Бионическое конструирование контейнера для ОЯТ

Контейнер для ОЯТ должен одновременно удовлетворять нескольким требованиям:

- обеспечивать ядерную безопасность хранимого ОЯТ;
- обеспечивать радиационную безопасность персонала;
- обеспечивать физическую прочность для защиты от внешних воздействий («падение турбины самолета, столкновение со стеной со скоростью 60 км/час и т.п.);
- иметь длительный ресурс работы от 60 до 100, 300, 1000 лет;
- осуществлять хороший теплоотвод от ОЯТ;
- обеспечивать возможность использования в существующей технологии обращения с ОЯТ на существующих АЭС и заводах по переработке топлива, что обычно ограничивает геометрические размеры контейнера;
- иметь низкую себестоимость и технологичность в изготовлении, чтобы быть конкурентоспособным на мировом рынке.

Бионическое конструирование контейнера для ОЯТ

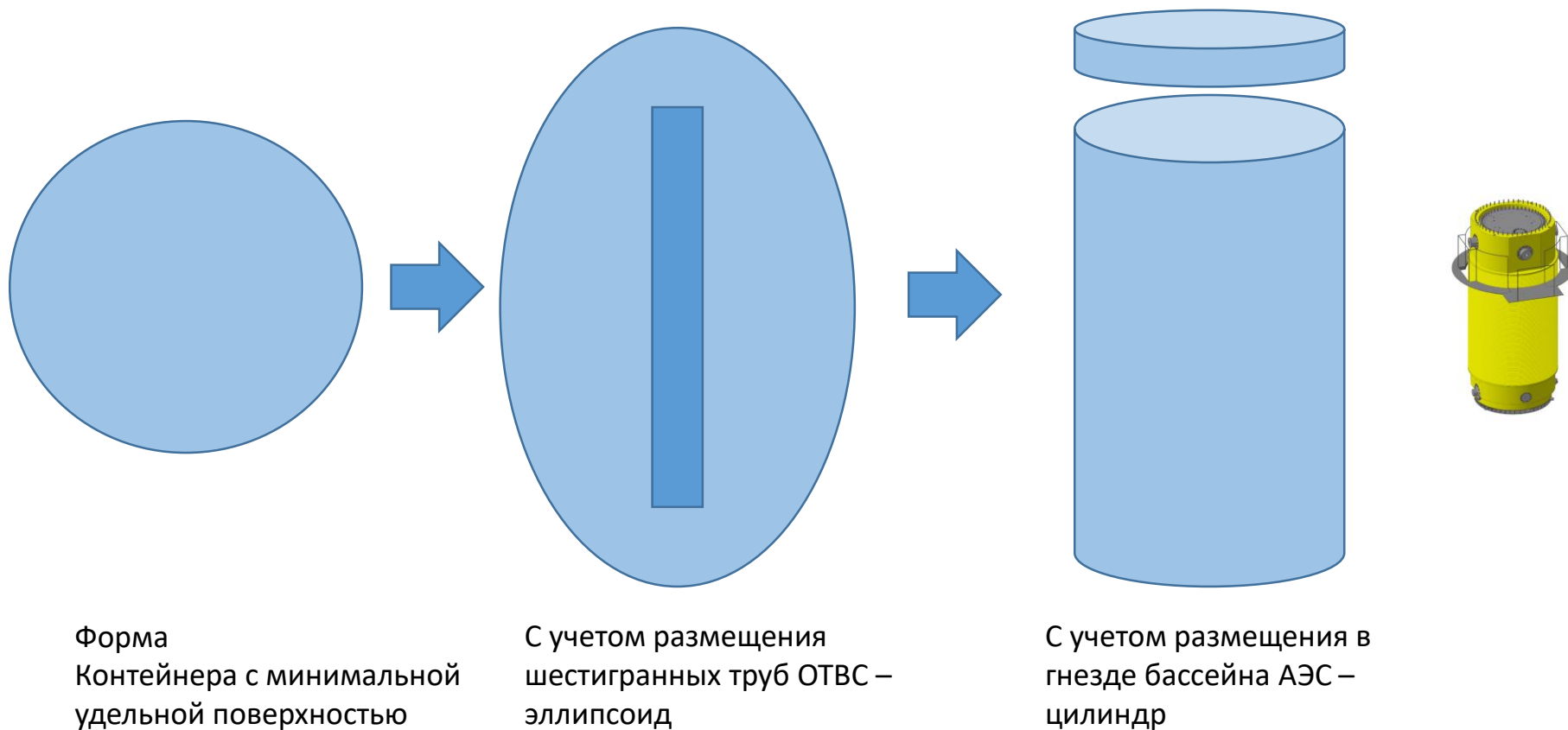


Рис.4. Прототипирование: выбор формы контейнера

Бионическое конструирование контейнера для ОЯТ

B: Steady-State Thermal
Temperature
Type: Temperature
Unit: °C
Time: 1

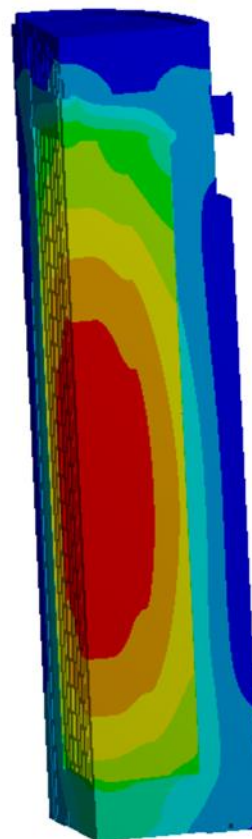
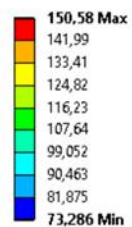


Рис.5 Стационарное распределение температуры контейнера без учета инсоляции.

Бионическое конструирование контейнера для ОЯТ

Переход от «вычитаемого» дизайна и ТТ к бионическому дизайну и АТ.

Использование цельнолитых элементов оборудования, как переходный этап к аддитивным технологиям при использовании бионического дизайна.

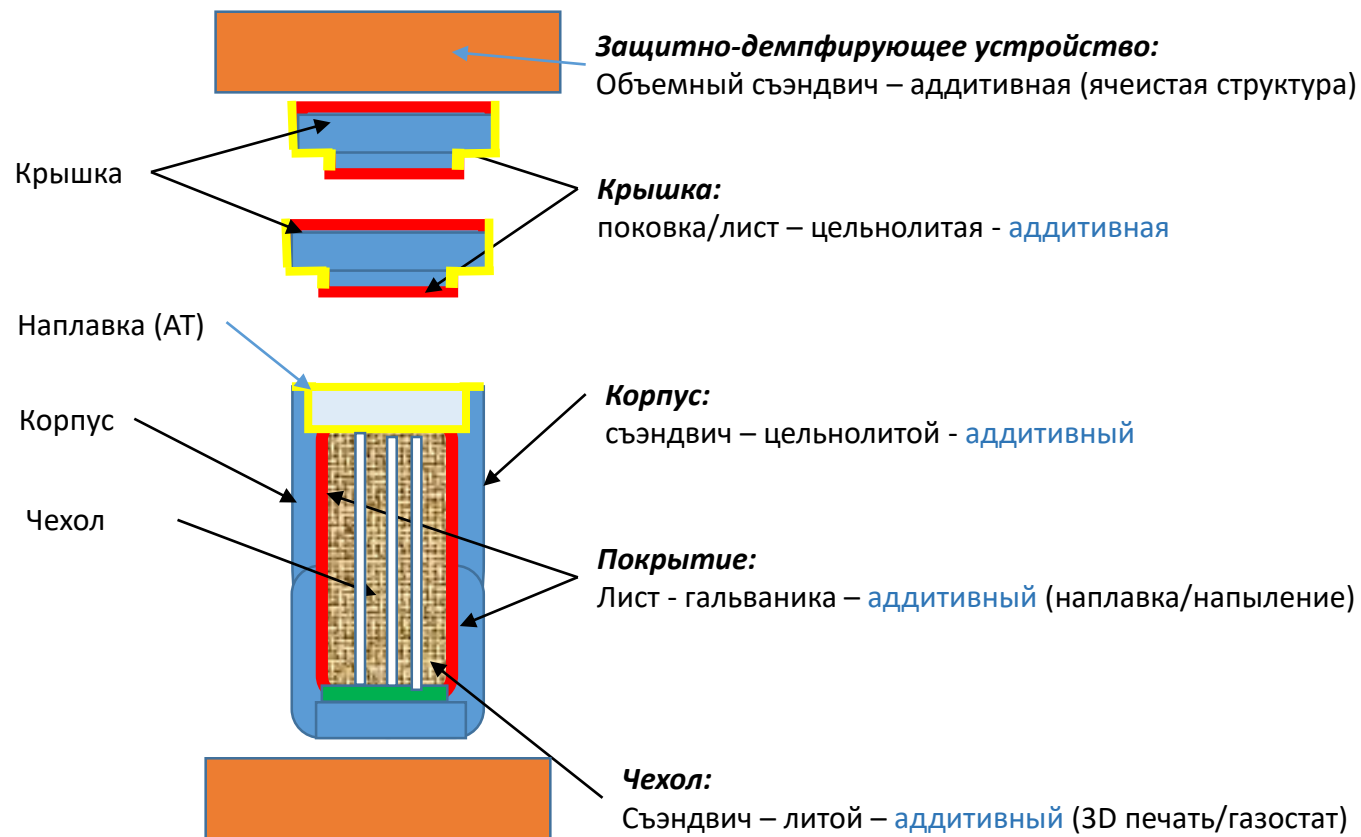


Рис.6. Переход от ТТ к АТ: замещение гетерогенных деталей гомогенными

Комбинированное использование ТТ и АТ на основании многофакторной модели с учетом фактора стоимости технологической операции

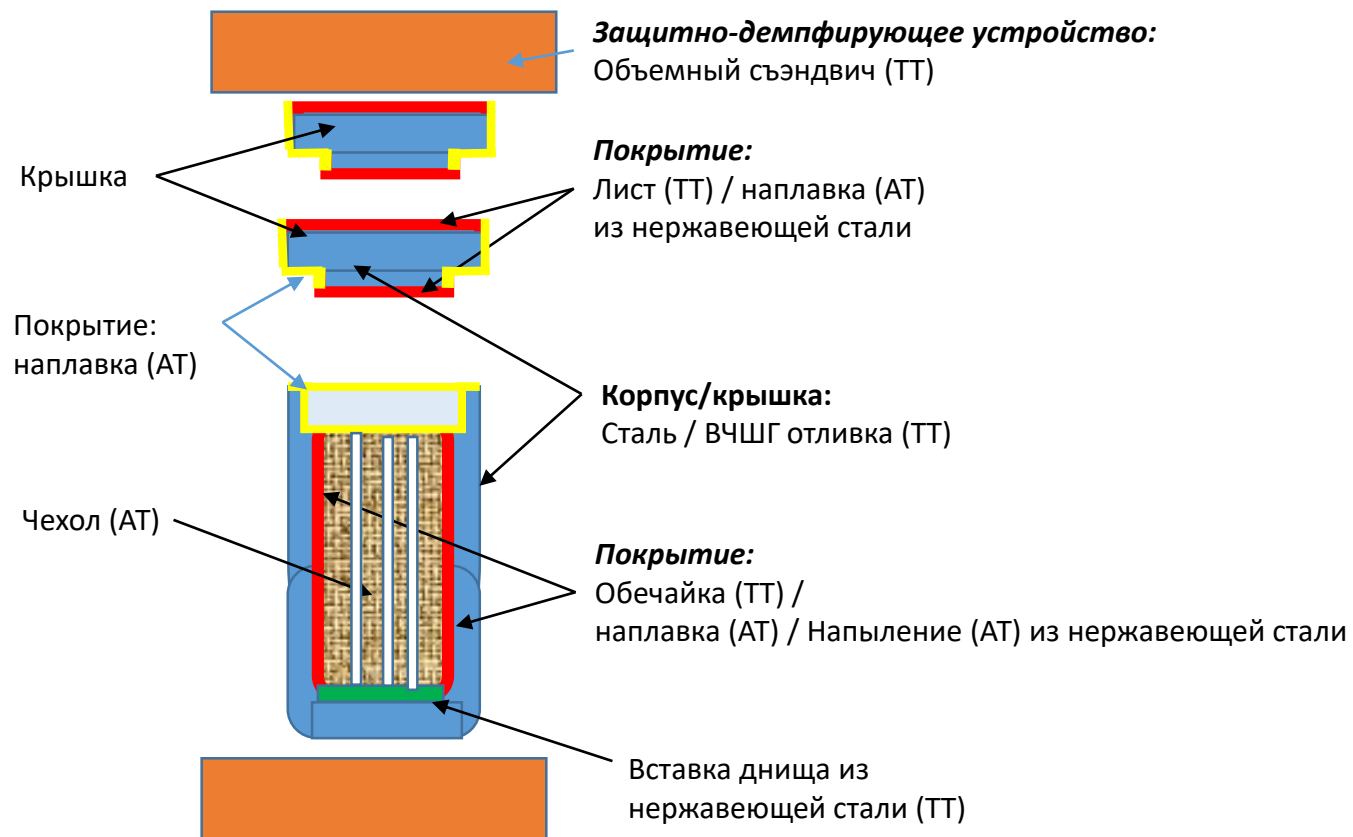


Рис.7.Поэтапное внедрение аддитивных технологий в конструкцию

Бионическое конструирование контейнера для ОЯТ

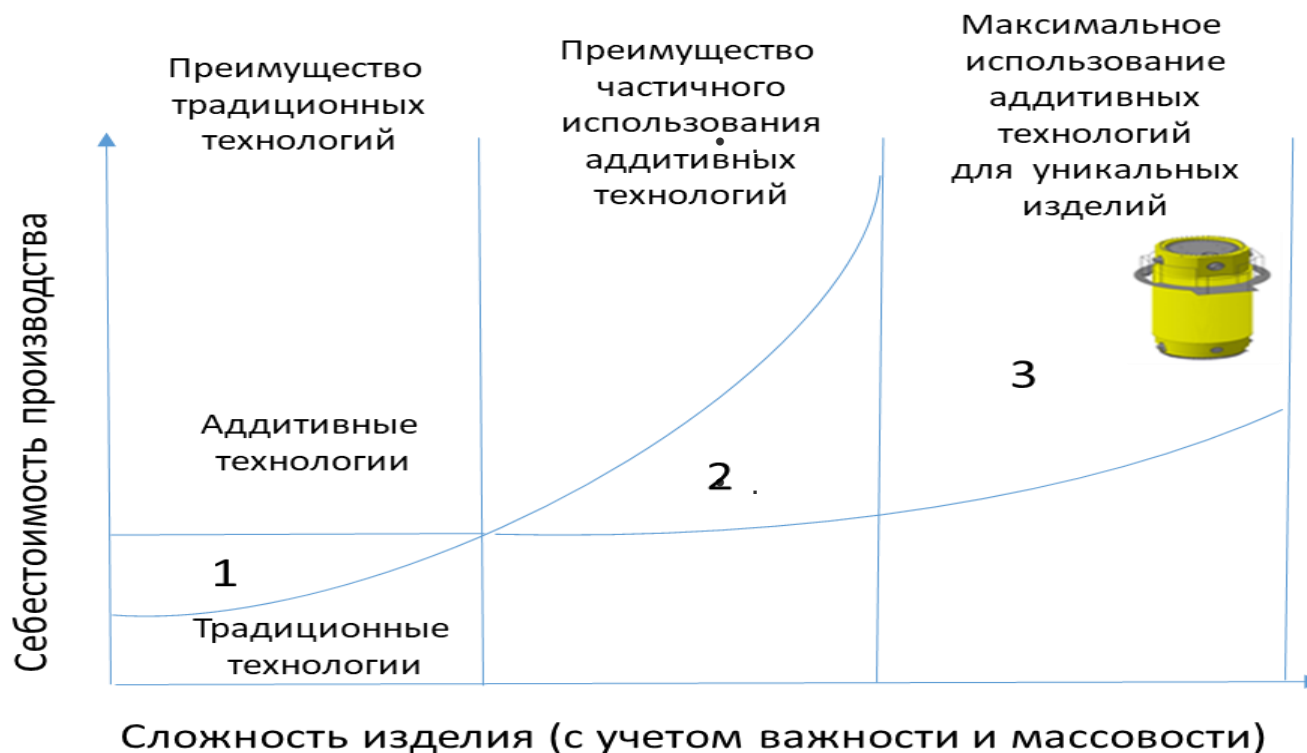


Рис.8 Экономическая эффективность использования АТ в атомном машиностроении при производстве контейнеров для ОЯТ в зависимости от сложности изделий

Выводы

1. Аддитивные технологии, оборудование, материалы для производства изделий массой до 1 т и предельными размерами до 600-800 мм с уникальными свойствами и геометрией в России освоены. Необходимо осваивать методы изготовления изделий с массой до 150-300 тонн и большими габаритными размерами до 3 000 – 5 000 мм. В процессе освоения производства этих изделий методами АТ будут востребованным критерии использования БП и АТ, рассмотренные в этой работе.
2. Необходимо разрабатывать методы оценки экономической эффективности бионического конструирования и АТ, определить нынешние технологические возможности применения АТ для изготовления крупногабаритных изделий из стали и сплавов в атомной промышленности.
3. Предложенный подход к бионическому конструированию контейнеров для отработавшего ядерного топлива с применением БК и АТ открывает возможность серийного изготовления контейнеров для ОЯТ для новых видов топлива повышенного выгорания, удовлетворяющих современным требованиям ядерной, радиационной и физической безопасности.