

**Аппаратурные схемы
получения чистого
уранового продукта**

Многообразие типов минералов и руд, содержащих уран, требует применения различных методов для их переработки. Промышленное значение имеют в основном два типа руд: урановая смоляная руда и карнотит. Эти руды весьма разнообразны по характеру пустой породы: одни содержат много кремнеземистых соединений, другие – кальцита, а иногда в них преобладает пирит или органические вещества.

Всё это усложняет их переработку, равно как и присутствие в этих рудах таких металлов, как золото, медь, кобальт, ванадий и др.



При выборе метода извлечения урана из руд большую роль играют физико-химическая характеристика урановых минералов, возможность выделения из руды, помимо урана, остальных ценных её компонентов и влияние пустой породы.



Переработка природных соединений урана включает обогащение руд (получение рудных концентратов), ураново-рудный передел (получение химических концентратов), аффинаж (получение чистых соединений урана, в частности UF_4), сублиматное (гексафторидное) и металлургические производства (получение металла и отливок из него).

Конечными продуктами переработки природного уранового сырья являются химически чистые его соединения, из которых изготавливаются компоненты ядерного оружия и топлива для атомных реакторов.

Чем плотнее ядерный материал, тем легче достигается критическая масса атомной бомбы и тем быстрее реализуются критические размеры ядерного реактора. Поэтому заряд первой атомной бомбы «Малыш» был изготовлен из металлического урана и ТВЭЛы первых промышленных реакторов, предназначенных для наработки оружейного плутония, также изготавливались из металлического урана.



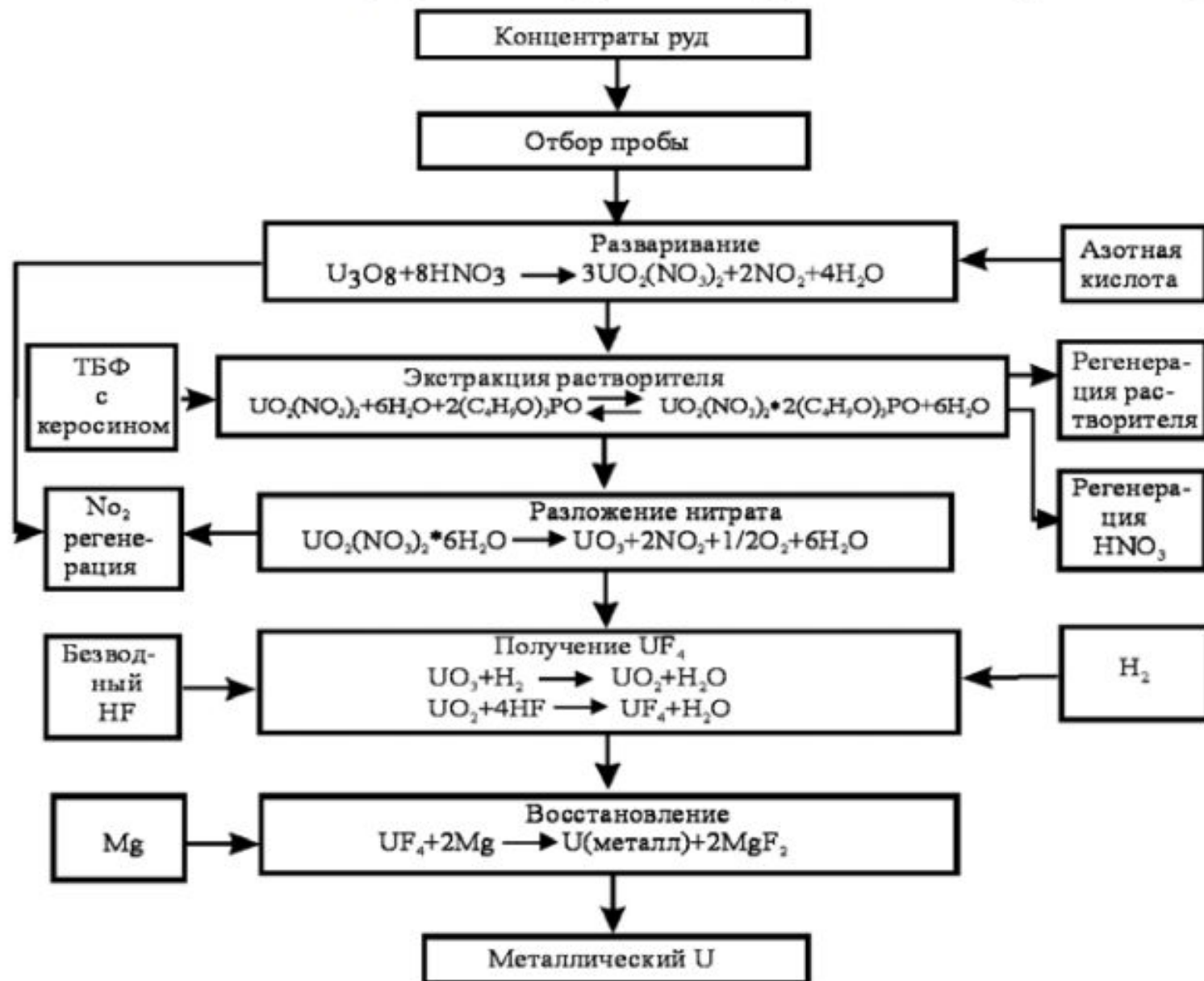
Получение чистого металлического урана может быть осуществлено методом восстановления оксидов или галогенидов урана щелочными, щелочноземельными металлами или алюминием.

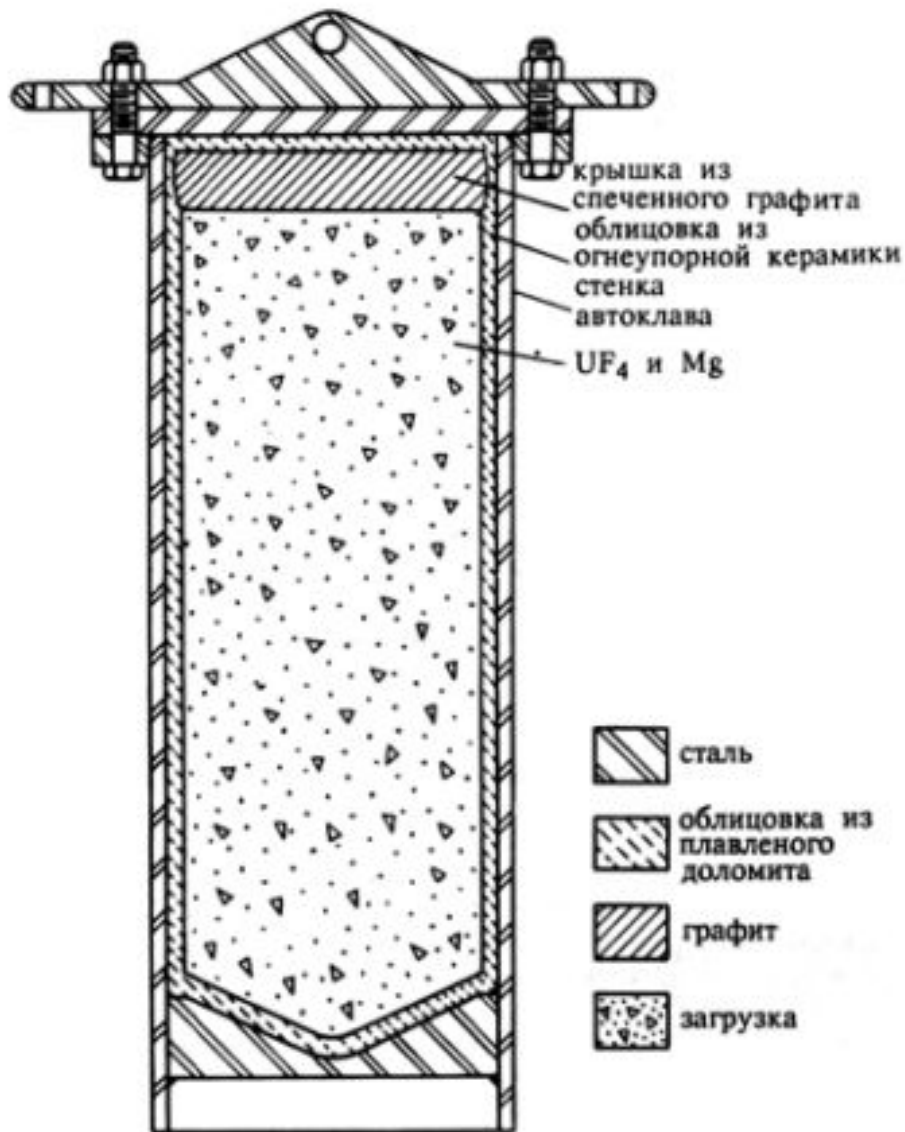
В промышленности основным способом получения урана из тетра фторида урана является его кальций или магний термическое восстановление с выходом урана в виде слитков массой до 1,5 тонн (слитки рафинируются в вакуумных печах)

Термодинамически наиболее благоприятный восстановитель - кальций, но выделяющегося тепла реакции недостаточно, что затрудняет отделение металла от шлака - извести, поэтому получается тонкоизмельчённый металл (глобулы или порошок).

По американской технологии металлический уран получают восстановлением тетрафторида урана магнием в экзотермической реакции в «бомбе» - герметичном контейнере, обычно стальном, общая методика известна как «термитный процесс».

Схема технологического процесса переработки урановой руды в металлический уран





Производство металлического урана восстановлением магнием тетрафторида иногда называют способом Амеса, в честь университета Айовы, Амеса, где химик Спеддинг разработал этот процесс в 1942 г.

Металлический уран получают восстановлением урановых галогенидов (обычно тетрафторида урана) магнием в экзотермической реакции в «бомбе» - герметичном контейнере, обычно стальном, общая методика известна как «термитный процесс». Реакции в «бомбе» протекают при температурах, превышающих 1300°С.

Современный аппарат для восстановления урана – это бесшовная стальная труба, футерованная оксидом кальция; иначе материал трубы будет взаимодействовать с ураном. Трубу загружают смесью тетрафторида урана и магния (или кальция) и подогревают до 600°C. Затем включают электрический запал. Быстрая экзотермическая реакция восстановления протекает мгновенно. Реакционная смесь нагревается до высокой температуры и целиком плавится. Тяжелый жидкий уран (его температура плавления 1132°) стекает на дно аппарата.

В итоге получается чистый уран – очень тяжёлый, серебристо-белый металл, покрывающийся на воздухе синевато-серой пленкой окисла. В чистом виде он немного мягче стали, ковкий, гибкий.

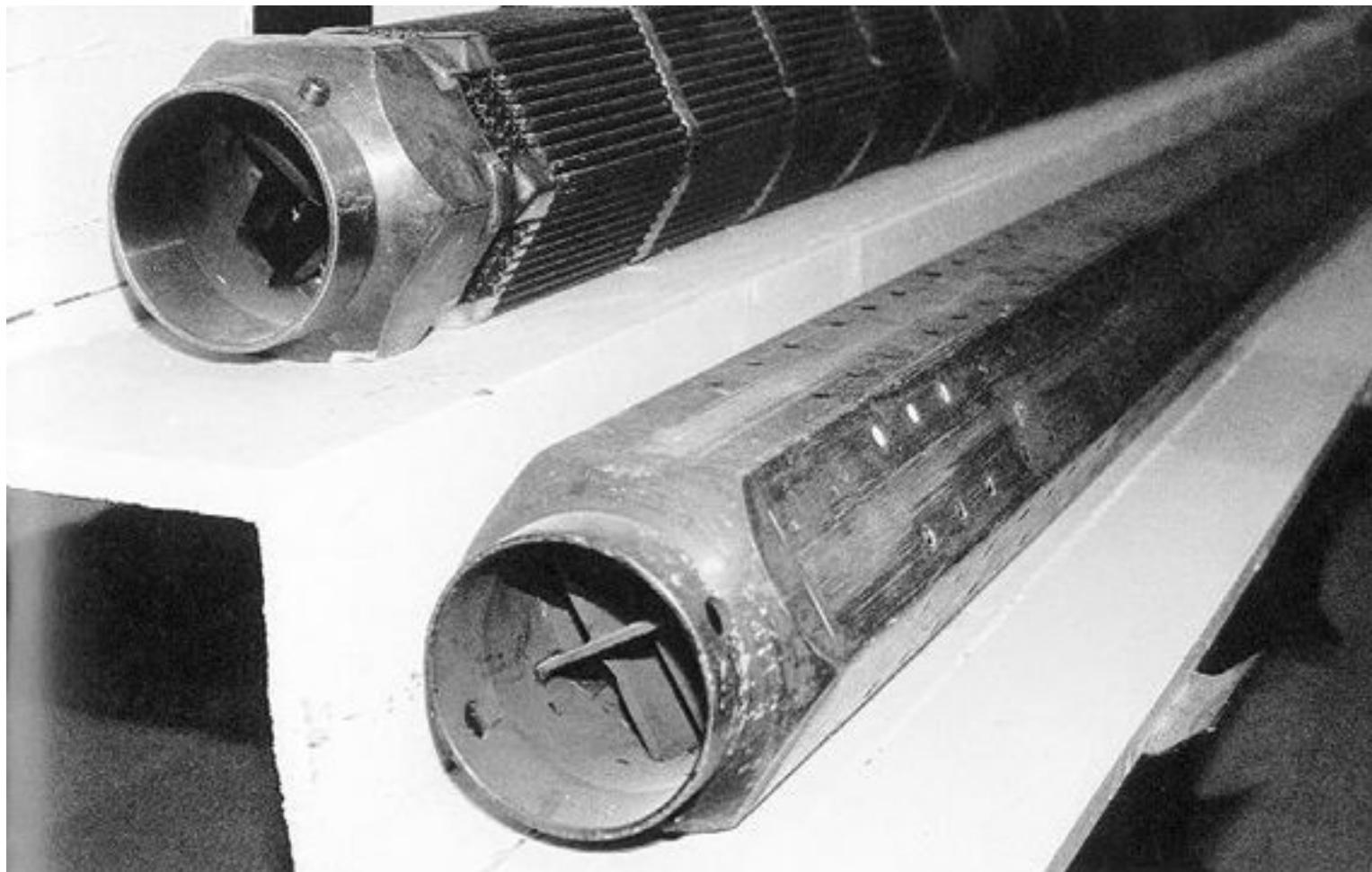


Безопасность и эффективность работы атомных электростанций во многом зависят от качеств используемого топлива: оно должно быть максимально компактным и устойчивым к воздействию внешних факторов.



Не случайно ядерное топливо чаще всего выпускается в виде керамических таблеток, которые укладывают в герметичную упаковку — тепловыделяющие элементы, удобные для транспортировки и погружения в активную зону реактора.

Таблетки помещают в
ТВЭЛы-(тепловыделяющие элементы)



Устройство ТВЭЛа

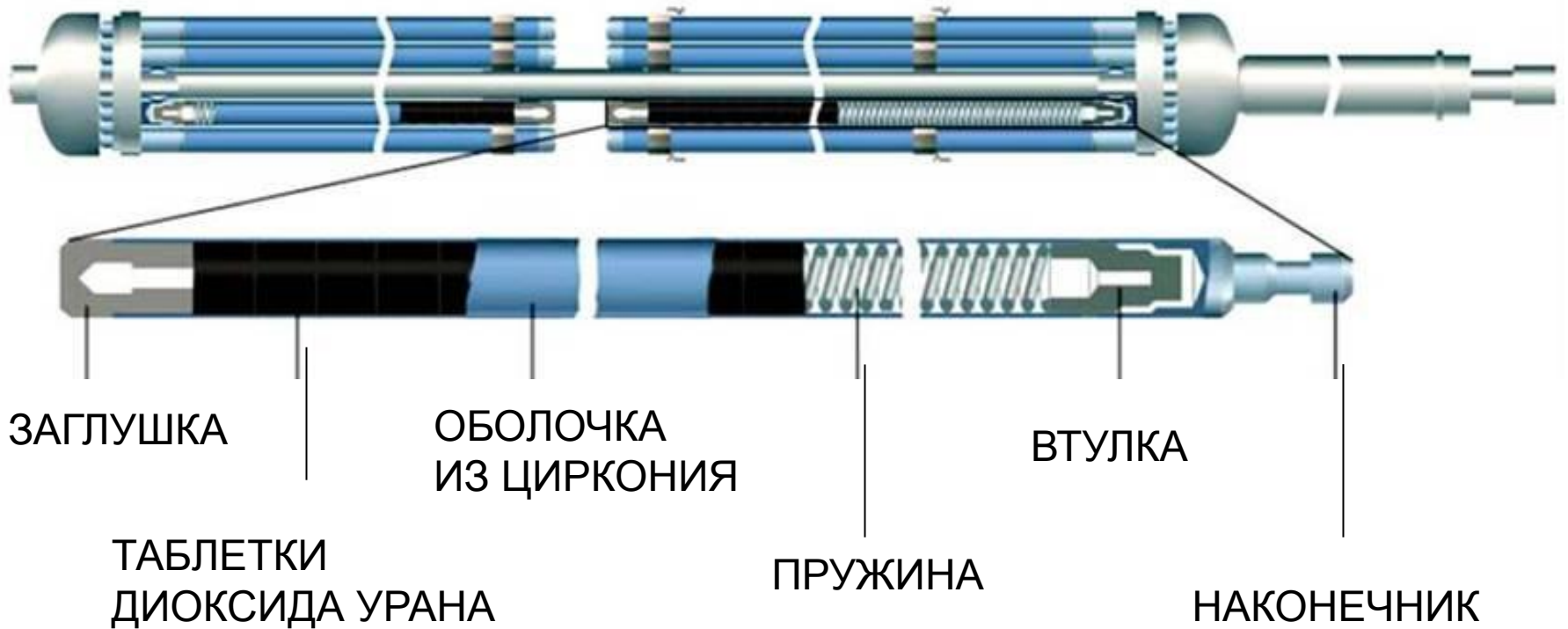
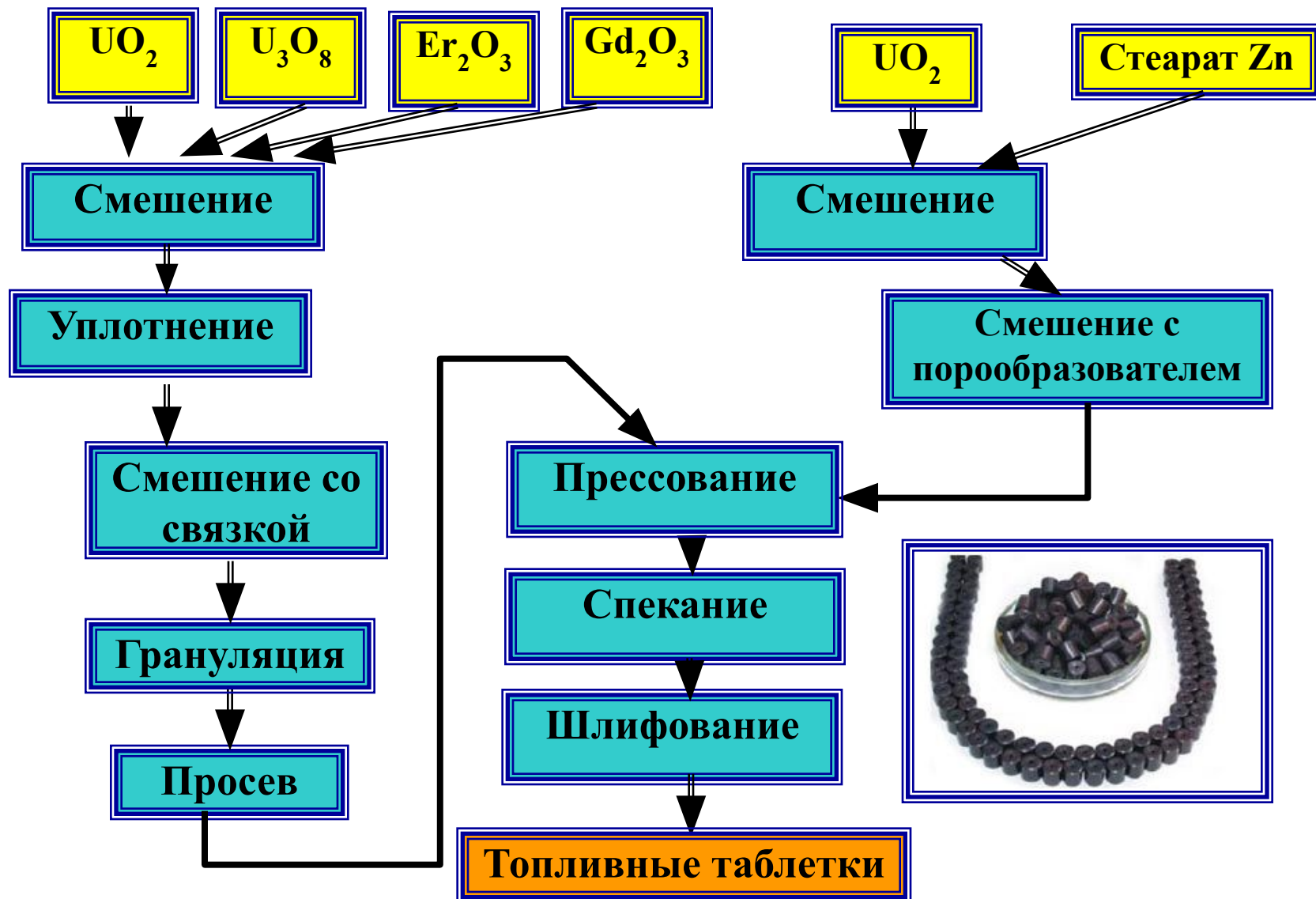


Схема получения топливных таблеток



**Спасибо за
внимание!**