**ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО   
 И НЕФЕЛИНОВЫЕ СИЕНИТЫ АРМЕНИИ**

Тер-Маркарян А.А., 2016,

Россия, Москва,

e-mail: [ternewenergy@mail.ru](mailto:ternewenergy@mail.ru)

Комплекс теоретических и экспериментальных исследований, проводимых автором данной статьи в области разработки автономных бестопливных источников электроэнергии («бестопливными» автор называет источники энергии, в которых получение энергии не связано с изменением-расходом массы первичного вещества) в течение последних 25 лет и завершающихся в настоящее время публичными демонстрациями работающих макетных образцов, позволяет автору этой статьи утверждать, что одними из самых перспективных источников энергии в ближайшем столетии будут являться магнитные мотор-генераторы (ММГ) - генераторы механической и электрической энергии. Уже сегодня становится очевидным тот факт, что удельная мощность даже далеко не самого совершенного типа генератора – ММГ на поперечных силах - может составлять 1-3квт/кг (на 1кг магнитов генератора). Так как при этом удельная энергоемкость магнитов составляет не менее  Мдж/кг, то такой генератор может работать (без учета износа других компонентов устройства, окислительных процессов и при соблюдении тепловых режимов) с этой мощностью в течение нескольких десятков лет. Еще более совершенными ММГ являются ММГ на продольных силах, удельная мощность которых может составлять 100квт/кг и более, позволяющие создавать сильноточные (до сотен мегаампер) источники энергии.

Однако, оценивая перспективность этих источников энергии, мы не можем ограничиваться упомянутыми выше параметрами – удельной мощностью и удельной энергоемкостью. Важнейшим параметром здесь является еще и удельная себестоимость источника энергии. Именно она и определяет сроки окупаемости источника в процессе его эксплуатации, и, как следствие, - целесообразность его использования в краткосрочной перспективе. Конечно, величина этого параметра, в зависимости от вида процесса, в котором используется источник, может лежать в широком диапазоне значений. Средняя величина этого параметра при сроках окупаемости, не превышающих 1-1,5 года, будет составлять около 300-400 долл/квт. Если принять, что 80% себестоимости такого изделия будут определяться трудоемкостью его изготовления ( 40-45%) и стоимостью его компонентов и материалов (35-40%), в том числе, алюмооксидной керамики, керамических подшипников и неодимовых магнитов (), то стоимость последних не должна будет, ориентировочно, превышать величину в 15-20 долл/кг. Переход же к массовому производству ММГ неминуемо вызовет со стороны производителей резкий подъем цен на редкоземельные элементы (РЗМ), в том числе, на неодим и, соответственно, на неодимовые магниты. Этот процесс мы уже наблюдали в период появления и становления так называемой «ветряной» энергетики. Поэтому, организация **рентабельного** производства ММГ требует комплексного подхода к построению его инфраструктуры: она должна включать в себя всю производственную цепочку – от добычи руды и ее предварительной переработки в концентрат, переработки концентрата с выделением сопутствующих РЗМ до производства магнитных элементов. Однако, с другой стороны, такой подход, очевидно, требует и немалых капитальных вложений, что сразу ставит вопрос о сроках окупаемости такого проекта. Поэтому, автор параллельно с проведением исследовательских работ вел и поиск путей  снижения себестоимости магнитов. В 2013 году внимание автора привлекла статья П.Г. Алояна и О.П. Гуюмджяна «Глиноземно-редкоземельно-благороднометалльная формация в нефелиновых сиенитах Армении» (Ученые записки Ереванского Государственного Университета, 2, 2011). Важной особенностью этих месторождений является высокое процентное содержание в этих сиенитах РЗМ цериевой группы (0,5%), в том числе, - неодима (0,1%).

Базируясь на приводимых в этой статье данных об объемах месторождений (Тежсарского и Шванидзорского ), процентных содержаниях глинозема и РЗМ, а также на объективных данных об энергоемкости производства алюминия, автор провел предварительные расчеты по проекту комплексной переработки глиноземно- редкоземельного сырья на месторождениях нефелиновых сиенитов в Армении, в котором используется **«энергетическая обратная связь»: ММГ , изготавливаемые на основе извлекаемого из сырья неодима в рамках этого производства, по мере наращивания объемов добычи и производства непрерывно поступают в качестве дополнительных источников энергии во все производственные звенья ( включая и логистику), наращивая суммарную мощность источников энергии производства.**

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА И СРОК ОКУПАЕМОСТИ.

Основные базовые характеристики сырья (по Алояну):

- общий (для двух месторождений) вес нефелиновых сиенитов (НС) -1500 млн тонн,

- доля РЗМ в НС – 0,005,

в том числе, доля неодима (Nd) – =0,001,

- доля глинозема ( Г ) в НС -0,2 - 0,2

Другие основные характеристики:

- суммарные энергетические затраты на получение 1 кг алюминия (Al) –  ,

= 25квтчас/кг

( в том числе – на электролиз – 15квтчас/кг),

- отношение веса получаемого Al к весу Г- 0,5,

- доля Nd в 1кг магнита – 0,25,

- удельная мощность, отдаваемая магнитами ММГ - =1квт/кг,

- удельная себестоимость ММГ – 300долл/квт.

Введем обозначения:

- вес НС (кг) - ,

- вес Al (кг) -  ,

- ,

- (квт) - суммарная мощность ММГ, произведенных в процессе переработки 

 , (1)

где =,

- (квтчас) – общие затраты энергии на весь производственный процесс,

, где

 - затраты энергии на производство Al, ,

 - прочие затраты на производство, определяемые как ,

Таким образом,  (2)

Так как энергетические затраты на производство тождественно равны энергии, отдаваемой источниками, то можно записать:

 , где (3)

- (квт) – мощность источника энергии, обеспечивающая начало производственного

процесса,

- - мощность производимых ММГ, наращивающих общую мощность источников.

Подставляя в (3) (1) и (2), получим:

 (4)

Дифференциируя (4) по t, получим:

 , (5)

 , 

Решением линейного неоднородного дифференциального уравнения (5) будет сумма общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного:



Так как при t=0 =0, то =0.

Окончательно получим:

 (6)

Из (6) получим:

 (7)

Зададимся конкретными значениями параметров производственного процесса и

, входящих в (7):

 , ,  , ,

, , 

Тогда:

час (8)

Определим из (8) время выхода производства на заданные значения .

Для = 1 млн тонн t = 4000 час, то-есть, 5- 6 мес,

= 10 млн тонн t = 5840 час, то-есть, около 8 мес.

Для сравнения проведем оценку времени t выхода производства на те же объемы в том случае, если производство не охвачено «энергетической обратной связью» и

.

В этом случае уравнение (4) примет вид



Принимая те же значения параметров и , получим:

Для = 1 млн тонн t = 10 лет,

= 10 млн тонн t = 100 лет

Из (1) следует, что (ориентировочно) в процессе переработки 10 млн тонн в течение одного года должно быть произведено источников энергии –ММГ с общей мощностью не менее 40Гвт, которыми и оснащается производство. В последующие годы производимые ММГ с общей мощностью в 40 Гвт в год будут являться уже выпускаемой продукцией (для сравнения – мощность потребления от всех тепловых электростанций, гидроэлектростанций и атомных электростанций в России в настоящее время составляет 100 Гвт). Это означает, что при средней мощности одного модуля ММГ в 2-3 квт завод-производитель ММГ должен обеспечивать производительность выпуска ММГ около 3000 штук/час (завод- автомат).

Произведем ориентировочную оценку рентабельности производства и срока окупаемости для случая переработки 10 млн тонн НС в год

Годовые доходы (выручка) производства .по основным видам продукции.

1. Алюминий -  - 1,7 млрд долл
2. РЗМ (за вычетом Nd) -  - 6,8 млрд долл
3. ММГ (сдача в аренду) -  - 11,3 млрд долл
4. Золото - ?? - ??
5. Прочая продукция ( цемент, сода, керамические подшипники,

алюмооксидная керамика, магниты и пр…) - 0, 2 млрд долл

Итого - 20 млрд долл

Годовые производственные расходы

1. Фонд заработной платы (10000 чел) - 0,36 млрд долл
2. Материалы дополнительные ( криолит, железо, известняк,

боросиликаты..) - 0,02 млрд долл

3. Транспортные расходы - 0,1 млрд долл

4. Платежи за пользование природными ресурсами - 1,0 млрд долл

5. Налоги в бюджет - 3,0 млрд долл

6. Прочие расходы ( амортиз. отч. и пр. ) - 0,1 млрд долл

Итого - 4,58 млрд долл

Капитальные расходы

1. Рудники (2), завод по переработке НС, завод по переработке

концентрата, завод по производству алюминия, завод по

переработке боросиликатов (турмалинов) - 3,5 млрд долл

1. Завод по производству магнитов, завод по производству

алюмооксидной керамики и керамических подшипников,

завод по производству ММГ - 0,3 млрд долл

1. Электростанция 25 Мвт - 0,04 млрд долл
2. Социальные расходы - 0,1 млрд долл

Итого - 3, 94 млрд долл

Таким образом, рентабельность производства составит более 150 % со сроком окупаемости не более двух лет.

Длительность эксплуатации этих двух месторождений будет определяться производительностью перерабатывающих производств и завода по производству ММГ.

Если эти производства будут обеспечивать переработку 5-10 млн. тонн нефелиновых сиенитов в год, то, очевидно, что длительность эксплуатации этих месторождений составит 150-200 лет.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

Энергетические особенности данного проекта, по мнению автора, позволяют свести эти риски, практически, к нулю. Производственная инфраструктура может быть построена таким образом, что все перерабатывающие звенья могут быть удалены от Мегринского (Шванидзорского ) и Тежсарского рудников и расположены в местах, удаленных от природоохранных зон и обеспечивающих экологическую безопасность населения. При этом добыча руды на Тежсарском месторождении может вестись закрытым способом. Требованиям экологической безопасности должны будут соответствовать и специальные средства логистики, связывающие в одно целое рудники, все перерабатывающие производства и заводы.

Таким образом, по мнению автора, в случае подтверждения данных, приводимых Алояном П.Г и О.П. Гуюмджяном по базовым характеристикам месторождений нефелиновых сиенитов, может иметь место **уникальный синергетический проект комплексной переработки глиноземно- редкоземельного сырья на месторождениях нефелиновых сиенитов в Армении, сводящий, практически, к нулю финансовые расходы на энергетику - в производстве алюминия, а также  на энергетику и редкоземельные металлы – в производстве магнитов.** Что, в итоге, позволяет реализовать сверхрентабельное (свыше150% ) производство при сроке окупаемости проекта не более двух лет эксплуатации!

Реализация проекта способна привести к  удвоению доходной части госбюджета Армении, многократно увеличить энергетический потенциал страны, превратить Армению в крупнейшего экспортера алюминия, РЗМ и источников электрической энергии, и будет способствовать переходу экономики страны на бестопливную чистую энергетику.