

## КОНЦЕПЦИЯ

инновационного проекта-предложения

на тему:

**«Кузбасс - регион инновационной электролизно-водородной экономики»**

*(Кузбасс ИЭВЭ)*

Инициаторы проекта:

**ООО «Техноподземэнерго»**

**ООО «АНТЭКС»**

**ООО «МКБ «Транспрогресс»**

### 1. Общие положения

1.1 Инновационный проект - инвестиционное предложение **Кузбасс ИЭВЭ** (далее Проект) является комплексным инвестиционным проектом, предполагающим стратегически важную и выверенную трансформацию всей экономики Кемеровской области – Кузбасс путем создания здесь в конечном итоге инновационной инфраструктуры производства и широкомасштабного использования водорода в качестве экологически чистого энергоносителя (топлива), высокоэффективного рабочего тела (восстановителя) и исходного сырья в таких важнейших для региона отраслях экономики, как транспорт, металлургия и химическая промышленность соответственно. Такая трансформация может и должна осуществляться на основе использования и последовательной модернизации и развития уже имеющейся инфраструктуры региона, природно-ресурсных особенностей Кузбасса и в соответствии с интенсивно формирующимся в мире глобальным трендом на безуглеродную энергетику и низкоуглеродную экономику в целом.

1.2 В последнее время Правительством Российской Федерации по поручению президента В.В. Путина разработана и уже осуществляется в Кузбассе программа снижения от угольной зависимости экономики этого региона. Однако, по понятным причинам при этом не может обеспечиваться в полной мере коренное преобразование всей экономики области и движение ее в стратегически важных и перспективных направлениях, которые формируются сегодня в мире, да и в рамках приоритетных направлений национального развития.

На проходившей в самое последнее время встрече у президента России В.В. Путина Главой Кузбасса С.Е Цивилевым была выдвинута идея создания в Кемеровской области двух городов миллионников на базе и путем интенсификации социально-экономического развития городов Кемерово и Новокузнецк за счет широкомасштабного жилищного строительства при соответствующей поддержке федерального центра для привлечения в регион людских ресурсов и предотвращения оттока населения. Идея создания городов миллионников в Сибири и на Дальнем Востоке, как известно, уже обсуждается в стране и для ее воплощения уже реализованы некоторые мероприятия. Вместе с тем, по мнению Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации – полномочного представителя Президента Российской Федерации в Дальневосточном федеральном округе Ю.П. Трутнева создание новых городов миллионников является оправданным в таких случаях, когда при этом создаются высокоэффективные и перспективные производственные мощности с высоко оплачиваемыми

и высоко квалифицированными рабочими местам или в тех случаях, когда имеются и другие стратегически важные соображения. Поэтому, по нашему мнению, стратегически выверенная, важная и так необходимая трансформация экономики Кузбасса удовлетворяет всем этим требованиям и для ее «запуска в работу» необходимо сформировать исходную концепцию или своего рода «дорожную карту» по движению в этом направлении, что и является целью предлагаемого Проекта.

На первой стадии осуществления Проекта разрабатываются, создаются и/или модернизируются следующие три главные инфраструктурные составляющие.

1.3.1 Горно-обогатительные комбинаты и предприятия по добыче угля с бестранспортными системами вскрышных горных работ и производству водоугольного топлива на каждом из указанных угольных месторождений Кузбасса.

1.3.2 Модернизация и перевод на водоугольное топливо, а в дальнейшем и для работы на электролизном водороде, действующих в регионе тепловых электрических станций, а также создание новых генерирующих электрических мощностей с использованием экологически чистых, в частности, подземных атомных гидроаккумулирующих теплоэлектрических станций (ПАГАТЭС) и полностью возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

1.3.3 Магистрально-трубопроводные транспортные (угледоставочные) системы протяженностью до 100 км, соединяющие угольные горно-обогатительные комбинаты и предприятия (ГОК) Кузбасса, включающие подсистемы инновационного трубопроводно-контейнерного пневмотранспорта (ООО «МКБ «Транспрогресс») для доставки угольной продукции и водоугольного топлива внутренним потребителям и в региональные железнодорожные пункты «бесперевалочной» погрузки и доставки в танк-контейнерах в морские порты при экспортной поставке.

## **2. Горно-обогатительные комбинаты**

2.1 Сохраняющийся в Кузбассе подземный - шахтный способ добычи угля сегодня базируется на использовании главным образом импортного оборудования для комплексно-механизированных очистных забоев угольных шахт при том, что сама по себе эта технология была во многом разработана и получила достаточно широкое промышленное применение еще в Советском Союзе. Предлагавшиеся уже тогда прорывные направления по трансформации традиционных угольных шахт в подземные энерготехнологические комплексы (см., например, [www.oootpeavi.ru](http://www.oootpeavi.ru)) к сожалению оказались не востребованными, хотя эта проблема остается также актуальной, в том числе и в рамках настоящего инновационного Проекта. Одна из технологических схем предлагавшегося тогда подземного энерготехнологического комплекса, в частности, с газификацией угля в подземных условиях, представлена на рисунке 1.

2.2 Под землей в районе околоствольного двора шахты в специально пройденных и соответствующим образом оборудованных камерах устанавливается один или несколько газогенераторов ГГ с конвективными шахтами КШГ для предварительной очистки генераторного газа, получаемого в газогенераторах. Уголь из очистных забоев как и обычно доставляется к стволу и подается в накопительный бункер НБ, откуда он далее поступает на ту или иную систему углеподготовки (например на систему термобрикетирувания СТРБ - при необходимости) и через систему шлюзования (СШТРБ) затем поступает в газогенератор ГГ. Зола после газогенератора через систему шлюзования шлаков направляется на линию золопереработки, а генераторный газ по стволловому газопроводу выдается на дневную поверхность, проходит стадию сероочистки и подается для дальнейшего использования. В

качестве энергогенерирующего оборудования в данном случае используется парогазовая электростанция, работающая по так называемому бинарному термодинамическому циклу. Генераторный газ ( синтез-газ ), вырабатываемый под землей из угля, поступает в камеру сгорания газовой турбины ГТ, на валу которой находятся компрессор и электрический генератор G1. Высокотемпературный выхлоп газовой турбины в свою очередь подается на паротурбинную установку с котлом - утилизатором, паровая турбина ПТ вращает электрический генератор G2.

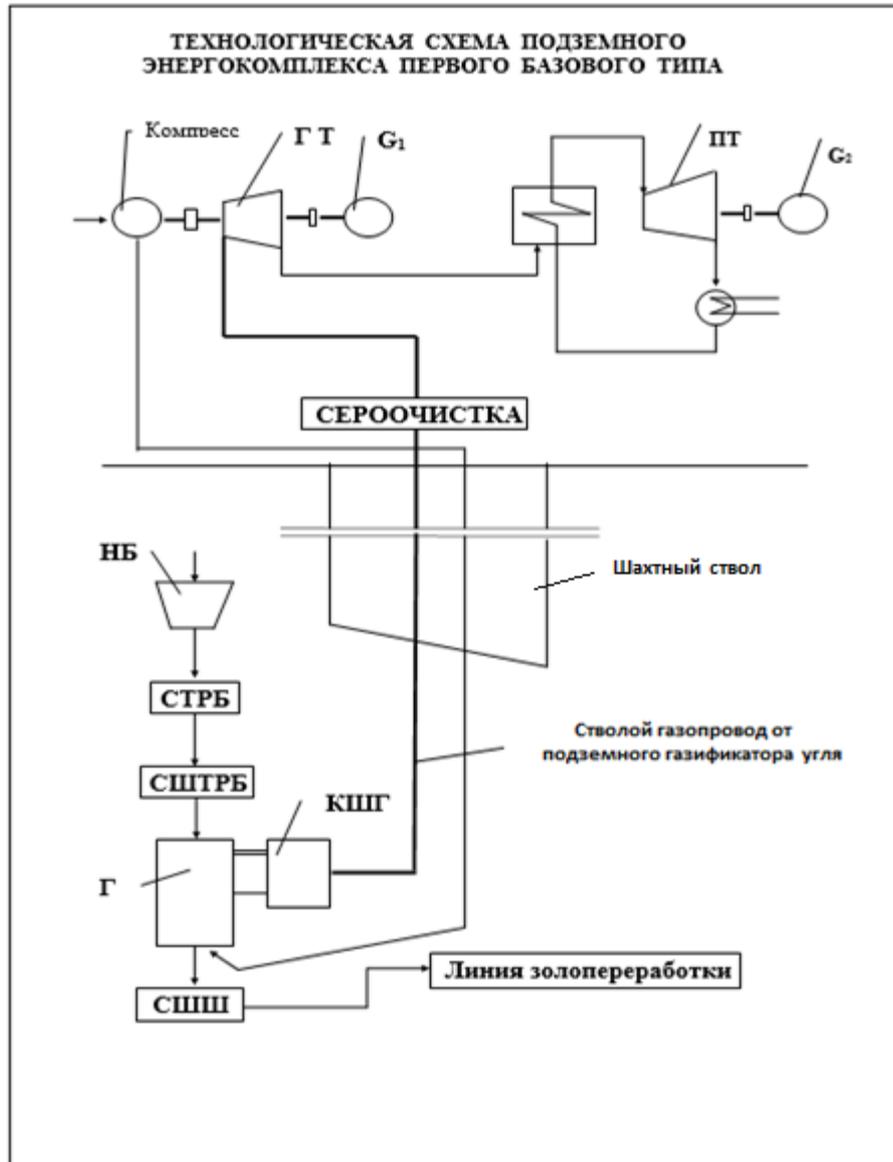


Рисунок 1 - Схема одного из базовых вариантов подземного (шахтного) энерготехнологического комплекса

2.3 В последние годы в Кузбассе угольная промышленность интенсивно «развивалась» главным образом путем открытой добычи угля со всеми вытекающими отсюда достоинствами и недостатками. Поэтому важной особенностью работы горно-обогатительных комбинатов на угленосных площадях в рамках предлагаемого инновационного проекта должен явиться переход на бестранспортные системы вскрышных горных работ при разработке угольных

месторождений, как это показано на рисунке 2. Бестранспортные системы разработки — наиболее экономичная система при открытом способе разработки полезных ископаемых, получившая наибольшее распространение при обработке угольных месторождений. Бестранспортная система разработки обеспечивает по сравнению с транспортной системой разработки снижение трудоёмкости вскрышных работ в 3,8 раза, а затраты на 1 м<sup>3</sup> вскрыши уменьшаются в 2,5-3 раза. За рубежом бестранспортная система разработки получила наибольшее применение при разработке угольных месторождений США, где её доля во вскрышных работах составляет около 75%. В США применение бестранспортной системы разработки считается экономически целесообразным при коэффициенте вскрыши до 25-30 м<sup>3</sup>/т. В классической бестранспортной системе разработки схемы вскрышных работ делятся на простые и усложнённые. Простые схемы — без перевалки вскрышных пород (без вторичного отвала) применяются на участках и месторождениях с мощностью пустых пород не более 15-30 м, усложнённые — с одной или несколько перевалками части или всего объёма первичного отвала (со вторичным отвалом) при мощности пустых пород не более 30-40 м. При большей мощности по бестранспортной системе разработки обрабатывают только нижний (основной) уступ, а верхние (передовые) — с использованием транспортной, транспортно-отвальной или специальной систем разработки. В усложнённых схемах за счёт перевалки вскрышных пород во вторичный отвал по всему фронту работ освобождается полоса выработанного пространства, на которую из последующей вскрышной заходки отсыпается первичный отвал [ *Виницкий К.Е. Управление параметрами технологических процессов на открытых горных работах. М., Недра, 1984. 237 с.* ].

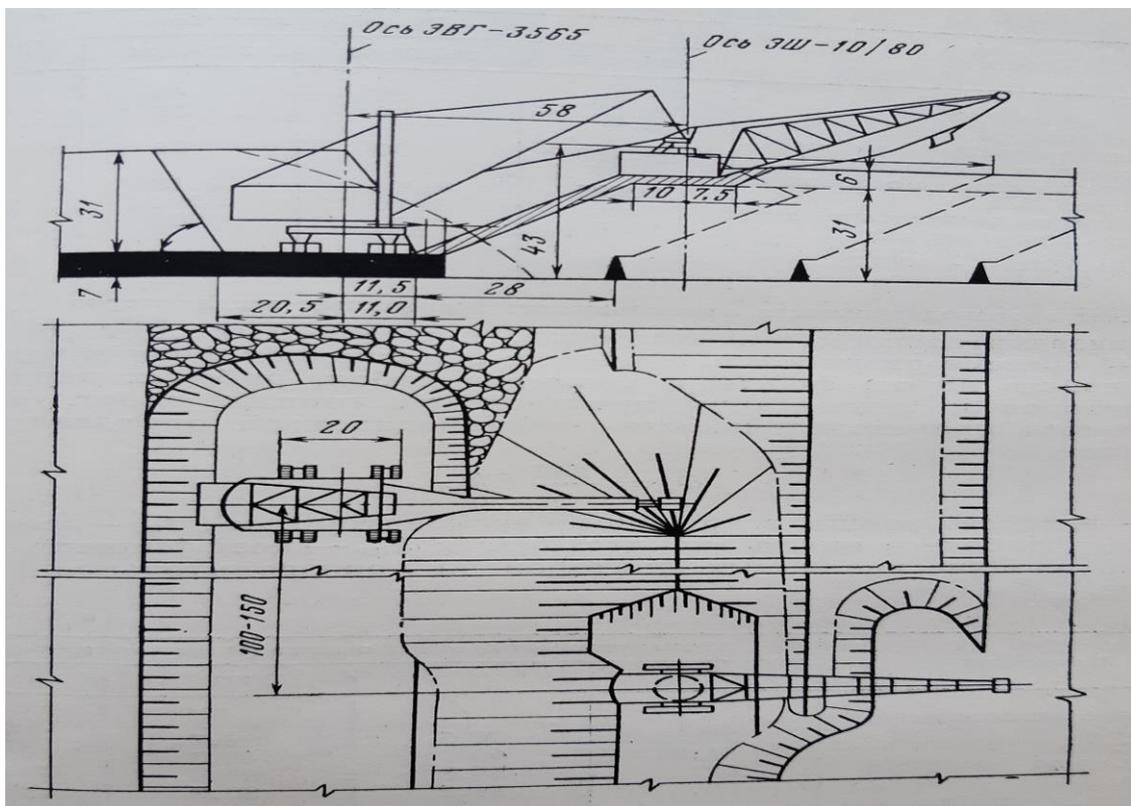


Рисунок 2 - Бестранспортная схема вскрышных горных работ с использованием спаренных экскаваторов-драглайнов

### 3. Трубопроводные-транспортные системы

3.1 Инновационная автоматизированная система трубопроводно-контейнерного пневмотранспорта для доставки угольной продукции от месторождений представлена на рисунке 3. Система обеспечивает транспортировку угля в закрытых колесных вагонетках (контейнерах) по транспортным стальным трубопроводам большого диаметра (1200 – 1600 мм) на расстояние до 100 км производительностью до 10 млн. тонн груза в год.



Рисунок 3 - Инновационная система трубопроводно-контейнерного пневмотранспорта

3.2 Для транспортировки водоугольного топлива, вырабатываемого на горнодобывающих комбинатах угольных месторождений, должны использоваться также углепроводы, построенные по типу разработанного ранее в Советском Союзе углепровода Белово – Новосибирск, представленного на рисунке 4. При этом конечной целью создания и развития систем трубопроводного транспорта в Кузбассе должен явиться отказ от перевозок угля и других промышленно-ресурсных грузов средствами большегрузного автотранспорта.



Рисунок 4 - Схема опытно-промышленного трубопроводного комплекса транспортировки водоугольного топлива (углепровода)

### 3. Модернизация тепловых электрических станций

3.1 Одним из перспективных направлений в модернизации тепловых электростанций Кузбасса может явиться использование, условно говоря, принципа гибридизации таких энергообъектов с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ), как это ниже иллюстрируется на примере одного из инновационных проектов, над которым команда Проекта работает в последнее время в рамках сотрудничества с региональными правительствами Хабаровского края и Магаданской области.

3.2 Исходно-базовый вариант (технологическая схема) приливно-ветряных гидроаккумулирующих электрических станций в Тауйской губе Магаданской области для соответствующего инновационного проекта представлен на рисунке 5. Эта электрическая станция является перспективным инновационным решением, основанным на использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ), прежде всего энергии приливов-отливов для генерации электрической энергии с помощью лопастных ортогональных гидротурбин, снабженных в частности электрическими генераторами, а также применение береговой инфраструктуры, связывающей подводные гидрогенераторы с потребителями производимой электроэнергии. Серьезным достоинством предлагаемой гибридной электрической станции является снижение удельной стоимости ее создания и себестоимости вырабатываемой на ней электрической энергии путем повышения степени (эффективности) использования потенциала

первичных источников возобновляемой энергии и компенсации неравномерностей в их суточных циклах и в другие промежутки времени, а также обеспечение возможностей аккумулирования (накопления) «избыточной» первичной энергии и долговременного ее хранения для дальнейшего использования.

3.3 В целом использование возобновляемых экологически наиболее чистых источников энергии и предлагаемой электрической станции обеспечивает не только энергообеспечение рассматриваемого инновационного проекта, но и создает большие возможности достижения существенных коммерческих результатов при интенсивно формирующемся в мире глобальном энергопереходе к малоуглеродной и зеленой энергетике.

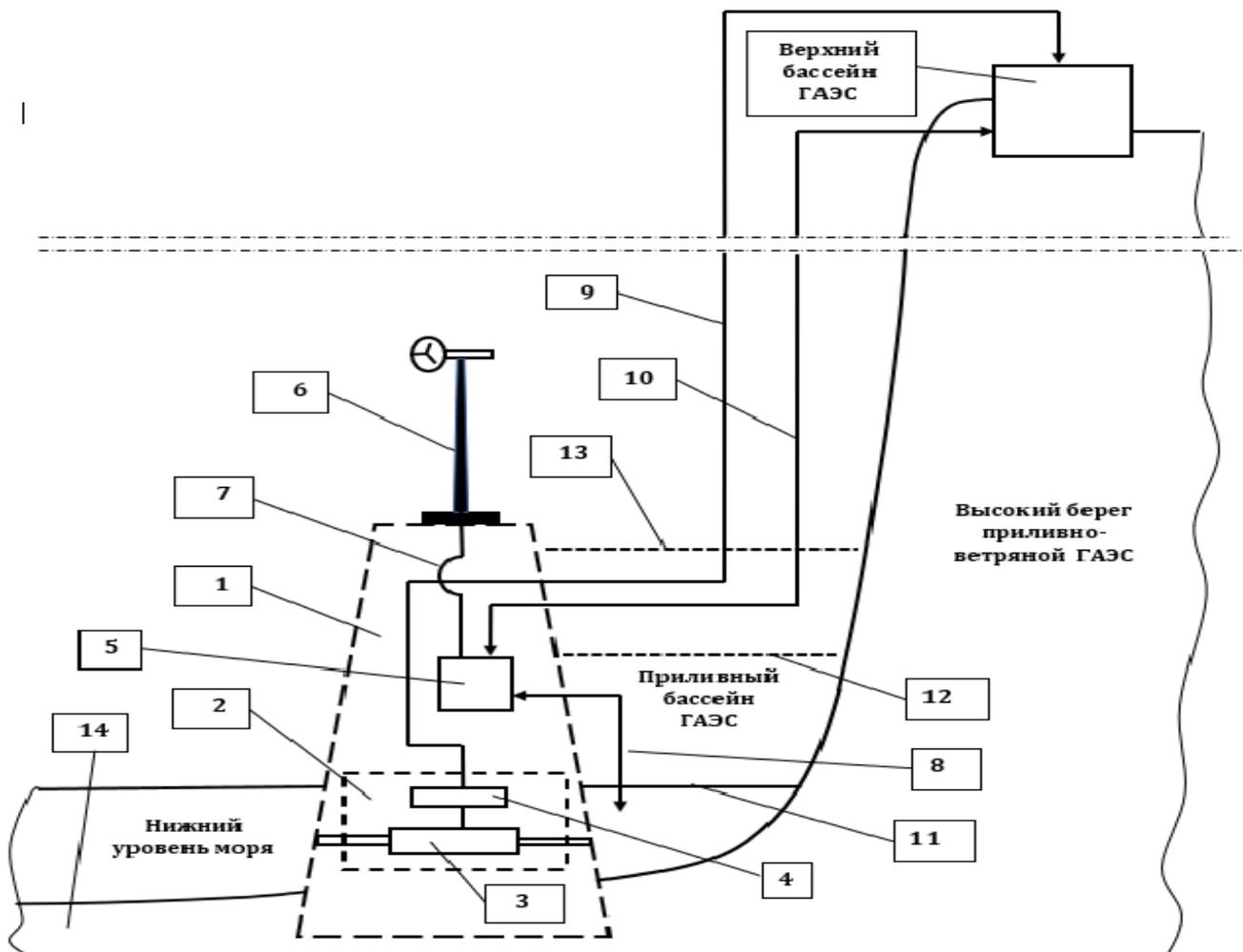


Рисунок 5 - Базовый вариант гидроаккумулирующей электрической станции для производства электролизного водорода

3.4 На рисунке 5 показаны: 1 – прибрежная приливная плотина электростанции; 2 – гидротурбонасосный агрегат; 3 – ортогональная гидравлическая турбина; 4 – высоконапорный насос; 5 – высоконапорный обратимый гидрогенератор; 6 – ветряная генерирующая установка (ветряная энергоустановка); 7 – электрический кабель; 8 – реверсивный водоприемник обратимого гидрогенератора; 9 – напорный трубопровод; 10 – реверсивный водовод

гидрогенератора; 11 – нижний уровень моря; 12 – верхний уровень приливного бассейна электростанции; 13 – верхний рабочий уровень плотины; 14 – дно (почва) прибрежного участка моря.

#### 4. Высокотемпературный электролиз получения водорода

4.1 Как известно сегодня в мире производится значительное количество водорода. При этом 75% водорода получают из природного газа путем его парокислородной конверсии, 25% вырабатываемого водорода производится с использованием в качестве источника первичной энергии угля и только 2% водорода получают путем электролиза воды, который обеспечивает наиболее чистый (зеленый) водород, но требует значительных затрат дорогостоящей электрической энергии. Сегодня стоимость голубого водорода, получаемого из природного газа (метана), составляет ориентировочно \$2-3 за 1 кг водорода, а также \$5-10 за водород, полученный электролизом. Тем не менее именно электролиз воды является наиболее перспективным направлением получения водорода, поскольку полученный методом электролиза водород — это своеобразный гарантированный запас энергии, являющийся практическим воплощением мечты о чистой энергии в рамках стремительно нарастающего во всем мире энергоперехода к безуглеродной энергетике. Важнейшим направлением при этом является, в частности, и производство электрической и тепловой энергии, необходимых при электролизе воды, с помощью атомных энергетических установок и станций, например, использованием подземных атомных гидроаккумулирующих электрических станций (ПАГАТЭС), как это представлено ниже на рисунке 6.

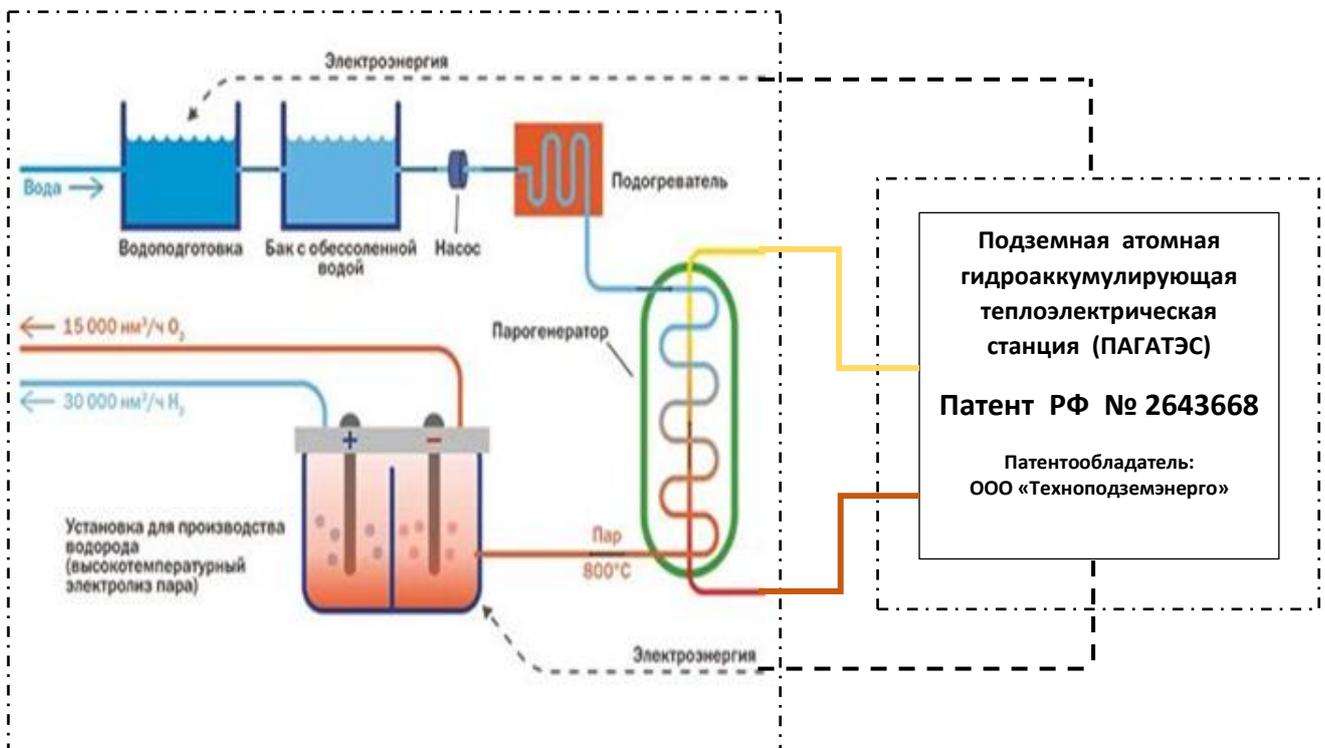


Рисунок 6 - Технологическая схема производства электролизного водорода с подземной атомной теплоэлектрической станцией

4.2 Используемая для производства электролизного водорода подземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектрическая станция (ПАГАТЭС) выполнена в виде поверхностного и подземного энерготехнологических комплексов, включающих главный и вспомогательный шахтные стволы, околоствольный двор с камерами для размещения в них блочно-модульного оборудования по меньшей мере одной атомной энергетической установки в виде малогабаритного высокотемпературного атомного реактора и турбомашинного преобразователя энергии, подземные шахтные установки и производственно-технологические блоки - потребители электрической и тепловой энергии, сеть подземных горно-подготовительных выработок, используемых для обеспечения технологических процессов и выполняемых производственных функций, проложенные по главному шахтному стволу электрические силовые и информационные коммуникации-кабели, водосливные и водонапорные трубопроводы, термоизолированные трубопроводы для выдачи тепловой энергии. В базовом - максимальном варианте реализации станция снабжена пассивной системой аварийного расхолаживания атомного реактора и энергонезависимой активной системой аварийного расхолаживания подземной камеры атомной энергетической установки, одновременно содержит поверхностный – верхний гидроаккумулирующий бассейн, поверхностный резервуар – охладитель системы аварийного расхолаживания атомной энергетической установки, поверхностный накопительный резервуар пресной воды с выходным трубопроводом для подачи ее потребителям. Входным теплообменником циркуляционного контура пассивной системы аварийного расхолаживания является корпус атомного реактора, а выходной теплообменник пассивного циркуляционного контура размещен в охлаждающей среде поверхностного резервуара – охладителя. Система аварийного расхолаживания подземной камеры атомной энергетической установки имеет активный циркуляционный контур, образуемый частью свободного объема этой подземной камеры и всего объема охлаждающей воды поверхностного резервуара – охладителя, активная циркуляция охлаждающей воды в этом контуре при этом осуществляется по стволовым трубопроводам с помощью штанговой поршневой насосной установки, привод – качалка которой размещен на дневной поверхности и имеет независимый от теплоэлектрической станции источник энергии.

4.3 Крупнотоннажное производство электролизного водорода, как высокорекреационного энергоносителя, позволит в Кузбассе перейти в конечном итоге на электрометаллургические технологии при производстве металлопродукции и выработке высококачественных сталей, минуя «пресловутое» доменное производство за счет прямого восстановления металлов из руд.

4.4 Для производства электролизного водорода наряду с электрической энергией требуется вода с высокой степенью очистки от соледержащих и других примесных составляющих. Поэтому как бы естественным (сопутствующим) образом при осуществлении предлагаемого Проекта будет решена в рамках всего Кузбасса и актуальная проблема очистки используемой в регионе воды.

## **5. Заключение**

5.1 Предлагаемый проект является капиталоемким и достаточно сложным в организационно-управленческом плане, что требует серьезного внимания и оказания адекватной помощи команде проекта со стороны Правительства Кузбасса. В целом проект базируется на использовании современного высокотехнологичного оборудования отечественного и локализованного к производству в России зарубежного энергогенерирующего

оборудования, что существенно снижает риски от вложения инвестиций в проект. Ведущие позиции, как известно, здесь занимают такие российские компании как ГК «Росатом», ПАО «РусГидро», группа компаний «Роснано» и некоторые другие, что обуславливает привлечение и соответствующее участие этих «игроков крупного бизнеса» важным для осуществления проекта, включая и взаимовыгодное международное сотрудничество России с высокоразвитыми странами - соседями на Дальнем Востоке, например, с Японией и Республикой Корея. Все же главными участниками и бенефициарами предлагаемого инновационного проекта должны могут и должны явиться угледобывающие компании Кемеровской области – Кузбасс и вся экономика региона.

5.2 В последнее время фактически становится уже общепризнанным, что атомная энергетика является экологически наиболее чистой и в перспективе рано или поздно способна стать и полностью возобновляемой. При этом «водородная энергетика» входит все больше и больше уже сегодня в нашу повседневную жизнь. Поэтому осуществление предлагаемого инновационного проекта **Кузбасс ИЭВЭ** представляется все более востребованным для Кемеровской области - Кузбасса, как важнейшего индустриально развитого региона России.

Генеральный директор  
ООО «Техноподземэнерго»

А.В. Ильюша

Генеральный директор  
ООО «АНТЭКС»

М.А. Андреев

Генеральный директор  
ООО «МКБ «Транспрогресс»

Ю.А. Яшин

---