

ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

ENERGY AND TECHNOLOGY COMPLEX AS AN ENVIRONMENTAL PROBLEM SOLUTION FOR SOLID FUEL POWER PLANTS

А. Э. Юницкий, В. В. Янчук
A. Unitsky, V. Yanchuk

ЗАО «Струнные технологии»
г. Минск, Республика Беларусь
v.yanchuk@unitsky.com

Unitsky String Technologies Co.
Minsk, Republic of Belarus

На основе результатов проведённого в статье анализа предложено строительство электростанции на буром угле совместно с технологическим комплексом и тепличным хозяйством. Представленный подход позволяет обеспечить экологическую нейтральность процесса производства электрической энергии из ископаемого твёрдого топлива за счёт использования побочных продуктов одного процесса в качестве сырья для другого процесса.

On the basis of the review conducted in this paper a method of sub-bituminous coal power plant construction together with technological complex and greenhouses is proposed. This solution would ensure environmental safety of energy production from solid fossil fuel using byproducts of one technology as primary products for other processes.

Ключевые слова: угольная электростанция, энерготехнологический комплекс, бурый уголь, водоугольное топливо, экологическая безопасность.

Keywords: coal power plant, energy and technology complex, brown coal, water-coal fuel, environmental safety.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2022-2-325-328>

Доступность электрической энергии является одним из неотъемлемых условий комфортной жизни современного человека. Согласно [1, 2], прирост потребления электроэнергии в мире за последние 10 лет в 2 раза превышает аналогичный прирост численности населения планеты. В частности, в 2020 году в мире было произведено 25,9 тыс. ТВт·ч электроэнергии, что на 25 % выше аналогичного показателя за 2010 год, при этом общая численность населения планеты за аналогичный период выросла на 12,1 % (с 6916,8 до 7756,0 млн чел.).

В то же время, основным источником первичной энергии при производстве электроэнергии в мире до сих пор остаётся уголь, несмотря на достаточный уровень внедрения возобновляемых источников энергии (рис. 1). Так, в 2020 году доля угля, в том числе низкокачественного, составила 33,8 % в общем производстве электроэнергии (на второй позиции находится природный газ с долей 22,8 % соответственно [1]).

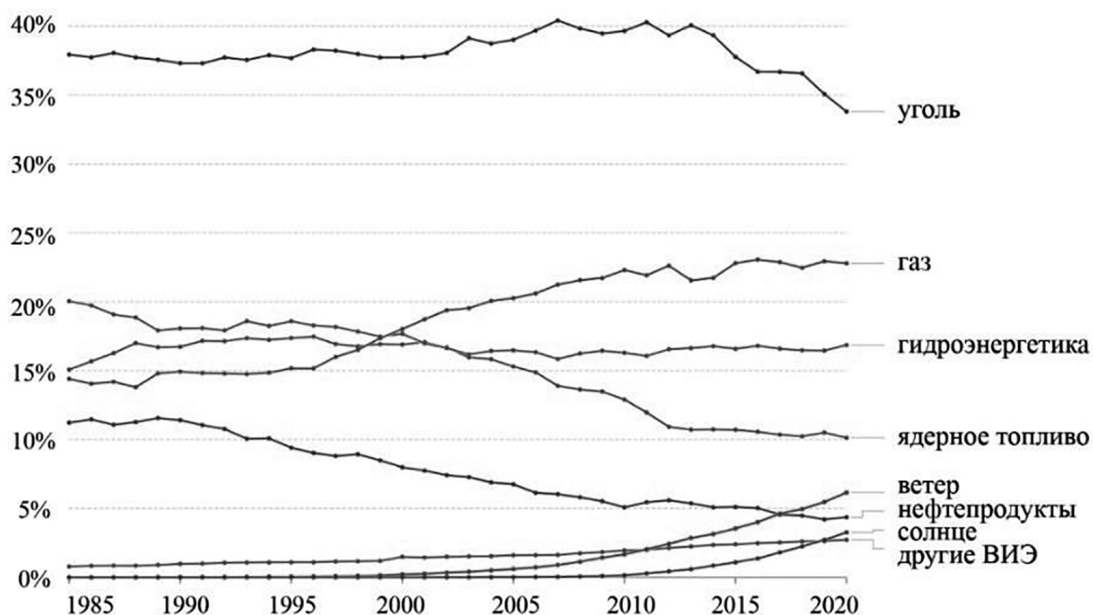


Рисунок 1 – Доли ресурсов в производстве электроэнергии в мире по годам [1]

Хотя доля угля в общемировом объёме производства снижается (см. рис. 1), общее количество добываемого и сжигаемого угля продолжает расти. Несмотря на незначительное снижение данного показателя за последние два года, в целом за период с 2010 по 2020 годы объем потребления угля в энергетике вырос на 6 % (рис. 2).

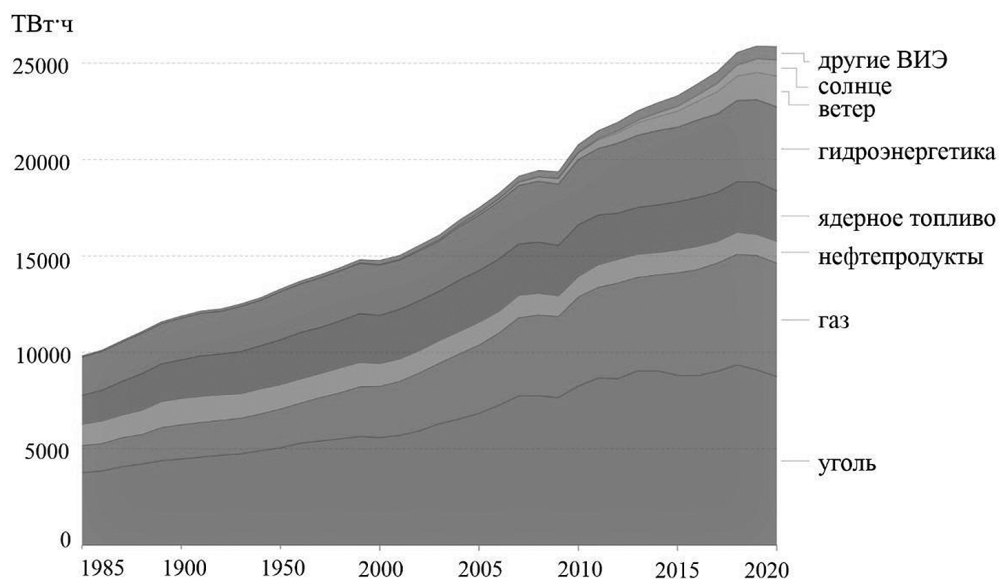


Рисунок 2 – Производство электроэнергии в мире за 1985–2020 гг. с разбивкой по источникам [1]

Общемировая практика показывает, что в энергетике преимущественно используются высококачественные угли, так как сжигание угля низкого качества имеет ряд недостатков. В частности, такие угли имеют более низкую теплоту сгорания, высокое содержание серы и влаги, что требует особых подходов к сжиганию и хранению, а также влечёт за собой рост транспортных расходов по сравнению с высококалорийными углями, так как для получения того же количества энергии требуется большее количество топлива. В этой связи зачастую такие месторождения не разрабатываются.

Также следует отметить, что общие разведанные запасы углей на планете на конец 2020 года составляют 1074 млрд т, при этом доля низкокачественного бурого угля составляет около 35% в общем количестве мировых запасов угля [3]. Данный факт, а также низкая стоимость и практически повсеместная доступность бурых углей позволяют рассматривать их в качестве источника энергии, главным образом вблизи месторождений исходя из экономических соображений.

С учётом вышесказанных фактов, строительство электростанций на буром угле позволит получать энергию из низкокачественного неэнергетического топлива с более низкой себестоимостью. При этом, рассматривая вопрос строительства угольных электростанций, особое внимание необходимо обратить на экологические составляющие подготовки и сжигания топлива, а также утилизацию твёрдых и газообразных продуктов сгорания угля.

В частности, в качестве топлива предлагается использовать водоугольное топливо (ВУТ), которое имеет ряд преимуществ перед традиционным сухим измельчением и сжиганием. При подготовке ВУТ предлагается применять метод гидроударного дробления, при котором размер твёрдых частиц угля в суспензии составляет 30...150 мкм. Кроме того, возможно использование метода электрогидроударного дробления, позволяющего получать соизмеримый размер твёрдых частиц [4]. Получаемая с помощью таких методов фракция значительно меньше, чем в варианте с сухим дроблением, что при сгорании обуславливает значительно более низкие показатели механического недожога топлива. Вследствие этого при прочих равных условиях снижается расход исходного угля. Также результаты экспериментов показывают снижение образования оксидов азота, углерода и серы в процессе горения по сравнению со слоевым сжиганием [5].

Необходимо отметить, что метод мокрого дробления по сравнению с сухим требует повышенного расхода электроэнергии. Однако, зачастую такой вывод основан на показателях работы шаровых мельниц высокой производительности, удельный расход электроэнергии на которые составляет 33–48 кВт·ч/т готового продукта. Вместе с тем, при использовании гидроударной технологии дробления данный показатель не превышает 10 кВт·ч/т.

Кроме того, значительным преимуществом использования ВУТ является отсутствие пыления в процессе его приготовления, что позволяет снизить требования к взрывозащищённому исполнению оборудования, расположенному в цехе топливоприготовления.

Также существуют некоторые особенности сжигания и воспламенения ВУТ, однако многочисленные исследования подтверждают возможность его горения без подсветки легковоспламеняющимся топливом (для этих целей требуется лишь особая конструкция топки и горелки).

Отдельно необходимо отметить тот факт, что угольные станции являются самыми экологически небезопасными из всех тепловых станций на органическом топливе, в связи с чем особенное внимание следует уделять выбросам с дымовыми газами, а также твёрдому остатку сжигания угля.

Как уже было отмечено выше, при работе станции на ВУТ качество сжигания улучшается, однако, даже уменьшенное количество вредных веществ в продуктах сгорания не позволяет называть станцию экологически нейтральной. В связи с этим предлагается строительство энерготехнологического комплекса совместно с тепличным хозяйством, что позволит утилизировать даже углекислый газ. Структурная схема такого комплекса представлена на рис. 3.

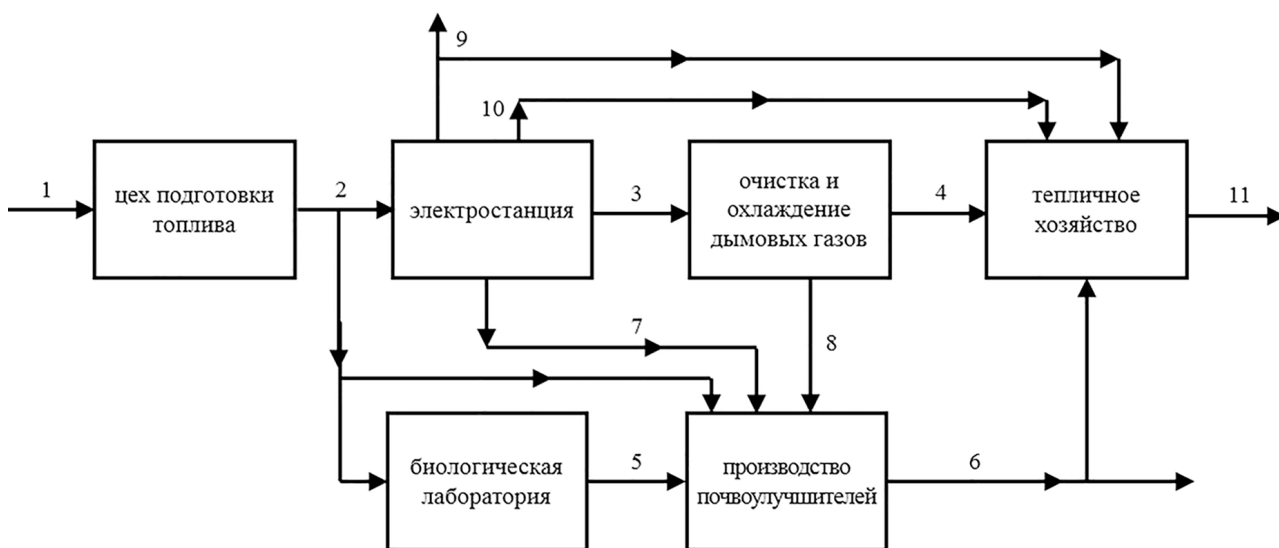


Рисунок 3 – Структурная схема энерготехнологического комплекса с тепличным хозяйством
(1 – низкокачественный уголь, 2 – водоугольная суспензия, 3 – дымовые газы, 4 – очищенные дымовые газы, 5 – специализированные микроорганизмы, 6 – почвоулучшитель, 7 – твёрдый остаток сжигания угля, 8 – шлам очистки дымовых газов, 9 – электроэнергия, 10 – тепловая энергия/холод, 11 – сельскохозяйственная продукция)

В таком комплексе моделируется безотходное производство электроэнергии. В частности, дымовые газы очищаются мокрым способом, шлам от их очистки затем используется при производстве почвенных улучшителей, так как содержит азото- и серосодержащие соединения. Зола, образующаяся при сжигании угля, после предварительной обработки также применяется как компонент почвоулучшителя, потому как содержит несгоревшие минеральные вещества (в данном пункте необходимо убедиться в радиационной безопасности привозимого топлива). В биологической лаборатории выращиваются микроорганизмы специализированного назначения, способные перерабатывать определённые группы веществ, а также необходимые для поддержания жизненного баланса почвы. Инокулянт на их основе – разработка сотрудников компании «Струнные технологии». При производстве почвоулучшителей по такой технологии происходит переход нерастворимых гуминовых веществ из угля в свободную форму, легко усваиваемую для растений. Для данной технологии наилучшим образом подходит именно низкокачественный уголь, имеющий более разнообразный микроэлементный состав. Выработанная электроэнергия при этом используется на сторонние нужды, а часть её идёт на дополнительную подсветку теплиц. Также станция вырабатывает тепловую энергию или холод в зависимости от сезона и географического размещения, при этом тепловая энергия используется для подогрева теплиц зимой, а холод – для их охлаждения в летний период. Очищенные дымовые газы, представляющие собой смесь азота, углекислого газа и – в малом количестве – кислорода, подаются в теплицы для повышения концентрации углекислого газа, что также способствует улучшению роста растений и повышению их продуктивности.

Таким образом, предлагается вариант компоновки угольной электростанции, которая не наносит ущерба экологической обстановке в районе размещения станции. Такой подход позволяет использовать бурый уголь в качестве топлива и организовывать чистое производство электрической энергии. Твёрдые и газообразные продукты сгорания топлива при этом используются в качестве компонентов при приготовлении почвоулучшителя и его использовании как непосредственно внутри комплекса, так и для сторонних потребителей. «Отходами производства» электрической энергии в данном случае являются овощи, фрукты и почвоулучшитель.

Следующими шагами в направлении развития представленного концептуального подхода являются: детальная проработка каждого блока представленной на рис. 3 схемы; расчёт баланса материальных потоков с учётом рекомендуемых параметров; согласование всех технологических процессов во времени; строительство экспериментального комплекса и отработка безотходной технологии. В части энергетики в настоящее время специалистами ЗАО «Струнные технологии» (Unitsky String Technologies Inc., Республика Беларусь) ведутся работы по отладке процесса горения ВУТ, а также подбору параметров оборудования при строительстве в различных климатических условиях.

Предложенный комплекс не имеет ограничений относительно климатического района размещения, и тепличный комплекс можно обеспечить как системой отопления, так и системой охлаждения. Готовую продукцию

при этом также можно получать в различном виде: свежие овощи и фрукты или различные варианты их переработки. Значительным преимуществом при выборе места строительства электростанции представляется близость месторождений угля, что позволит улучшить технико-экономические показатели проекта, повысить эффективность его создания и функционирования в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Electricity mix [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ourworldindata.org/electricity-mix#fossil-fuels-what-share-of-electricity-comes-from-fossil-fuels>. Дата доступа: 22.02.2022.
2. Население Земли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://countrymeters.info/ru/World#population_clock. Дата доступа: 26.02.2022.
3. Statistical review of world energy 2021 – London. Statistical Review of World Energy? 2021. – 70th edition. – 72 p.
4. Францкевич Н.В. Перспективы применения электрогидродарной установки, для диспергирования бурого угля, в процессе производства водоугольного топлива / Н.В. Францкевич, А.В. Францкевич, А.Э. Юницкий, С.А. Арнаут // Энергетика Беларуси – 2021 : материалы Республиканской научно-практической конференции, Минск, 26 мая 2021 г. / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2021. – С. 181–184.
5. Филиппова Е.Н. Оценка эффективности применения водоугольного топлива в качестве альтернативы каменному углю / Е.Н. Филиппова // NovaInfo. – 2016. – №47. – С. 61–66.

СНИЖЕНИЕ ПОТОКОВ ОСНОВНЫХ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В РАМКАХ ТРАНСПОРТНО-ИНФРАСТРУКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ UST REDUCING MAIN GREENHOUSE GAS FLUXES IN UST TRANSPORT AND INFRASTRUCTURE SOLUTIONS

А. Э. Юницкий, С. В. Артюшевский, Н. С. Зыль, И. В. Налёттов, А. М. Павлюченко
A. E. Unitsky, S. V. Artyushevskiy, N. S. Zyl, I. V. Naletov, A. M. Pavlyuchenko

ЗАО «инжиниринговая компания ЮСТ», г. Минск, Республика Беларусь
a.pavlyuchenko@unitsky.com

Unitsky String Technologies Inc., Minsk, Republic of Belarus

В статье описаны основные преимущества струнного транспорта Юницкого (UST) над традиционными транспортными системами, в том числе применительно к экологической составляющей. На примере проведённого исследования представлено, каким образом применение струнного транспорта позволяет уменьшить естественные потоки CO₂, CH₄ и N₂O с за счёт использования подпутевого почвенного покрова для выращивания растений и сельскохозяйственных культур, на примере высадки подсолнечника клубненосного.

The article describes the major advantages of Unitsky String Transport (uST) over traditional transport systems, including as related to the environmental component. The example of the study describes in which way string transport allows to reduce the natural fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O thanks to the under-track-structure soil cover allocated for growing plants and agricultural crops, as illustrated by the example of planting Jerusalem artichoke.

Ключевые слова: инжиниринговая компания ЮСТ, струнный транспорт, потоки CO₂, CH₄, N₂O, изменение климата.

Keywords: Unitsky String Technologies Inc., string transport, CO₂, CH₄, N₂O fluxes, climate change.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2022-2-328-332>

Развитая транспортная инфраструктура в значительной степени определяет инвестиционный потенциал стран (регионов) и является одним из важнейших факторов развития, который стимулирует экономику, товарооборот, развитие и внедрение технологий, увеличивает благосостояние в целом. Однако уже на этапе строительства автомобильных дорог и железнодорожных путей проявляются негативные аспекты, значительно ухудшающие окружающую среду. Например, при покрытии природной поверхности искусственным дорожным полотном происходит преобразование естественного покрова в искусственную поверхность, что приводит к уничтожению произрастающей растительности, изменению рельефа и гидрологии почв, миграции диких животных и т.д. Перечисленные факторы увеличивают природные потоки основных парниковых газов (углекислого газа и метана), которые вместе с выхлопными газами движущегося транспорта оказывают критическую нагрузку на климат, что проявляется в повышении среднегодовых по планете температур, таянии ледников, окислении вод мирового океана и гибели экосистем в целом.