

ки, компенсации отрицательного влияния нелинейных характеристик объекта управления и исполнительного механизма. Такие методы синтеза эффективно использовались, в частности, авторами при решении задачи повышения точности и быстродействия ЭГСР частоты и мощности паровых турбин тепловых и атомных электростанция [4-11].

По предварительным оценкам, реализация предложенных направлений позволит повысить точность САР производительности турбокомпрессорных агрегатов доменных печей с 3-5 до 1-1,5% (в два – три раза), и обеспечить экономический эффект в металлургической промышленности Украины порядка 1 млрд. грн. в год.

Список литературы: 1. Эльцуфин М.А. Монтаж, наладка и ремонт турбокомпрессорных и турбогенераторных установок / М.А. Эльцуфин, А.П. Пилицын.- М.-Л.: Машгиз, 1960.- 340с. 2. Способы измерения и аппаратура. Кн.2 / Измерения в промышленности. Справ. Изд. В 3-х кн. // Под. Ред. Профоса П. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1990.- 384с. 3. Канюк Г.И. Модели и методы структурного и параметрического синтеза прецизионных электрогидравлических следящих систем автоматизированных испытательных стендов: диссертация на соискание научной степени д-ра техн. наук: спец. 05.13.07/ Г.И. Канюк. – Харьков, 2009. 605с. 4. Канюк Г.И. Перспективы использования электронно-гидравлических устройств в современных энергоресурсосберегающих технологических системах / Г.И. Канюк.- Вестник Харьковского государственного политехнического университета.- Харьков.- 1999.- Вып. №44.- с. 39-40. 5. Канюк Г.И. Повышение качества технических характеристик системы автоматического регулирования частоты и мощности (САР Ч и М) паровых турбин / Г.И. Канюк.- Совершенствование турбоустановок методами математического и физического моделирования. Сборник научных трудов Института проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины.- Харьков.- 2003.- т.1.- с. 55-58. 6. Канюк Г.И. Моделирование и анализ технических характеристик электрогидравлической системы автоматического регулирования частоты и мощности (САР Ч и М) паровых турбин/ Г.И. Канюк, В.А. Кострыкин, Е.Н. Близниченко.- Вестник Национального технического университета «ХПИ». Тематический юбилейный вып.6 «Энергетические и теплотехнические процессы и оборудование».- Харьков.- 2005.-с.113-123. 7. Канюк Г.И. Синтез прецизионного быстродействующего регулятора электронно-гидравлического контура управления положением регулирующих клапанов паровых турбин / Г.И. Канюк, Е.Н. Близниченко.- Энергетика и электрификация.- Киев.- 2005.- №8.-с.52-55. 8. Канюк Г.И. Результаты экспериментальных исследований электрогидравлической системы автоматического регулирования частоты и мощности (САР Ч и М) паровых турбин атомных электростанций/ Г.И. Канюк, Е.Н. Близниченко, Г.М. Рудницкий, В.А. Кострыкин.- Энергетика и электрификация.- Киев.- 2005.- № 12.-с.16-18. 9. Канюк Г.И. Об увеличении эксплуатационной надежности и безопасности главных паропроводов при повышении качества электрогидравлических систем автоматического регулирования паровых турбин/ Г.И. Канюк, Е.Н. Близниченко.- Восточно-Европейский журнал передовых технологий.- Харьков.-2005.-Вып.3/2 (27).-с.149-152. 10. Канюк Г.И. Влияние качества системы автоматического регулирования частоты и мощности паровых турбин на эксплуатационную надежность и безопасность энергоблоков АЭС/ Г.И. Канюк, С.Ф. Артюх.- Збірник наукових праць Донецького національного технічного університету. Серія „Електротехніка і енергетика”.- №8(140).-2008.- с.90-91. 11. Канюк Г.И. Быстродействующие прецизионные электрогидравлические следящие системы (ЭГСС). Основы теории. Разработка. Исследования/ Г.И. Канюк.- Харьков: Издательство НТМТ, 2008.-109 с.

Поступила в редколлегию 01.10.201

УДК 504.7

А.А. КАСАТКИН, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», г. Харьков
В.Н. КЛИМЕНКО, канд. физ-мат. наук, доц., УИПА, Харьков

ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЗЕМЛИ – ПРОГНОЗ СБЫВАЕТСЯ

Показано, що вирішення проблеми теплового забруднення Землі, як однією з найважливіших проблем початку ХХІ століття, можливо лише на комплексній основі. У цьому комплексі - наукові, технічні, агрономічні, соціальні проблеми. Їх рішення зажадає не тільки великих витрат праці, енергії, капіталовитрат, але і узгодженості дій людей всього світу.

Показано, что решение проблемы теплового загрязнения Земли, как одной из важнейших проблем начала ХХІ века, возможно лишь на комплексной основе. В этом комплексе - научные, технические, агрономические, социальные проблемы. Их решение потребует не только больших затрат труда, энергии, капиталозатрат, но и согласованности действий людей всего мира.

Материалом для этой статьи послужила информация, которая была получена более 40 лет назад. Сейчас по этой теме количество публикаций просто огромное, а тогда (1968 год) эта информация была воспринята как антинаучная и не соответствующая плановому развитию социалистической экономики и затем ее всячески пытались не распространять в открытой печати.

В статье дается прогноз о возможном изменении средней годовой температуры Земли в случае роста энергопотребления и населения Земли. Реальные цифры потребления энергии в 2000 году хорошо совпали с прогнозом, данным в статье. (https://www.ltu.se/lopoly_fs/1.5035!gcgw-bn.pdf)

Исходными данными для прогноза послужили цифры касательно потребления энергии с 1860 по 1967 годы и научный прогноз, опубликованный в журнале «Mining Mag.» 1967 11 №6 и VII Мировой энергетической конференции (МИРЭК)

1. Прогнозы развития мирового энергопотребления и тепловое загрязнение Земли.

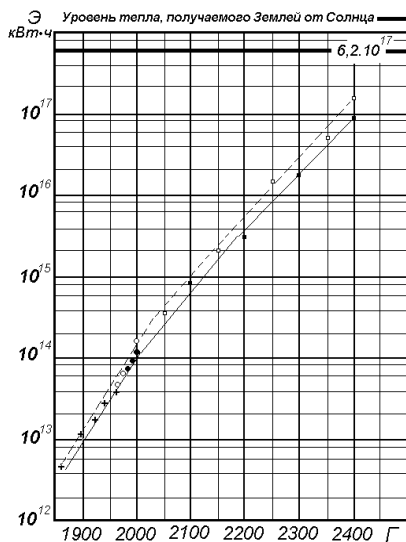


Рис.1 Рост мирового энергопотребления

При рассмотрении развития энергетики и проблем, возникающих в связи с этим развитием, наблюдается однобокий подход многих авторов к вопросам развития энергетики. Обычно видят проблему в источниках энергии, нарушая тем самым закон сохранения энергии: говоря об источниках энергии, не следует забывать и об канализации использованной энергии.

Поскольку потребление почти всегда означает перевод ее в конечном итоге в тепло с температурой окружающей среды, то все энергопотребление на Земле идет на повышение температуры поверхности Земли и тропосферы. Остаться постоянной эта температура не может, так как повышение теплоотдачи Земли в мировое пространство может произойти лишь при повышении температуры.

Поэтому рост энергопотребления с такими темпами, какие мы уже имеем сейчас, ставит особо остро проблему канализации низкотемпературного тепла.

- + – данные по энергопотреблению за 1860 -1965 годы
- o – данные VII конгресса МИРЭК
- – данные по «Mining Mag», 11, №6, 1967
- – прогноз по данным VII конгресса МИРЭК

■ – прогноз по данным «Mining Mag», 11, №6, 1967

Игнорирование этой проблемы приведет к тому, что человечество через 100-300 лет либо вынуждено будет приостановить добычу ископаемых топлив, иначе произвольно создаст условия, исключающие возможность жизни на Земле в нынешних ее формах.

Рассматривая историю роста энергопотребления за прошедшее столетие и прогнозы на ближайшее будущее, можно сделать предположение о темпах дальнейшего роста энергопотребления (рис.1). При построении кривой ограничимся наиболее скромными темпами из имеющихся в литературе прогнозов и экстраполируем их на 300-400 лет. Как это видно из полученного графика, в 2500 году человечество будет потреблять столько же энергии, сколько получает Земля от Солнца.

Такое заключение не может быть нереальным. Темпы роста энергопотребления определяются в основном развитием техники и ростом населения Земли. Замедления роста населения в ближайшие 100-150 лет вряд ли можно ожидать, а при нынешних темпах роста в 2100 году Землю, по-видимому, будет населять 25-30 млрд. человек. В развитии техники замедление темпов также маловероятно. Скорее всего темпы будут нарастать. Конечно, нельзя утверждать, что в действительности рост энергопотребления будет проходить так, как мы предполагаем. Возможны большие отклонения, но они скорее вероятны в сторону более высоких темпов роста энергопотребления.

К чему же приведет потребление человечеством таких количеств энергии? В настоящее время в тепловом балансе Земли участвует в основном энергия Солнца. Все, что Земля получает от Солнца в виде световых лучей, переходит в низкотемпературное тепло и инфракрасным излучением рассеивается в мировое пространство. Если максимально упростить процесс теплоотдачи в мировое пространство, то его можно отобразить выражением

$$E = \varepsilon \left(\frac{T_{\text{ср}}}{100} \right)^4$$

где E - энергия, излучаемая Землей, $T_{\text{ср}}$ - средняя температура у поверхности Земли, ε ~ коэффициент излучения Земли.

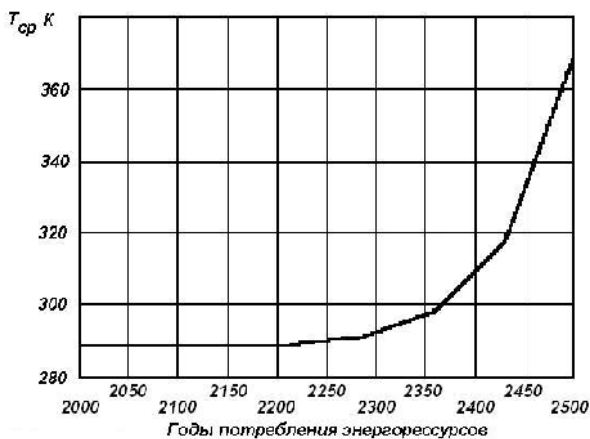


Рис.2. Прогноз потепления у поверхности Земли при нынешних темпах роста потребления углеводородных топлив.

поверхности Земли приведет к росту средней температуры, так как только при этом условии сможет установиться баланс между теплом, выделяемым у поверхности Земли и излучаемым ею в мировое пространство. Используя приведенное выражение для теплоотдачи Земли в мировое пространство и темпы роста мирового потребления энергоносителей, получим кривую средних температур у поверхности Земли (рис.2).

Как это показывает полученная кривая, в 2150-2200 годах рост энергопотребления должен быть остановлен, иначе начнется резкое возрастание средней температуры у по-

Принимая по данным геофизиков среднюю температуру у поверхности Земли, в 288°К и зная энергию, получаемую Землей от Солнца ($6,2 \cdot 10^{17}$ квтч), находим, что средний коэффициент излучения Земли в настоящее время составляет 2,025 вт/м² град. Если принять его постоянным, то можно найти температуру у поверхности Земли в зависимости от количества тепла, которое должно быть отдано Землей в мировое пространство.

Рост энергопотребления нарушит тепловой баланс Земли. Рост тепловыделения у

верхности Земли. Но этот срок получен лишь при условии постоянства коэффициента излучения Земли. Но будет ли он постоянным? Можно с уверенностью сказать, что нет. Этот коэффициент зависит от содержания в атмосфере водяных паров, углекислоты и озона. Эти компоненты снижают коэффициент излучения Земли и тем более, чем больше их содержание и выше температура. И хотя в настоящее время содержание этих компонентов в атмосфере невелико (водяных паров 0,2%, углекислоты 0,03%), их влияние существенно. При отсутствии в атмосфере этих компонентов, средняя температура у поверхности Земли была бы на 40-50° ниже.

В связи с все возрастающим потреблением минеральных топлив содержание углекислоты в атмосфере все время повышается. С 1900 года по 1935 год содержание углекислоты в атмосфере повысилось на 9% или на 200 млрд. тонн. Даже если считать, что половина углекислоты, выделяющейся при сжигании топлива, будет оставаться в атмосфере, то к 2000 году, при использовании 5,5% имеющихся в настоящее время минеральных топлив, содержание углекислоты в атмосфере повысится до 0,04%. Если при этом коэффициент излучения Земли снизится хотя бы на 5%, средняя температура у поверхности Земли возрастет на 4-5° даже без учета возрастающего энергопотребления. Проблема усугубляется тем, что трудно предсказать, как будет изменяться коэффициент излучения Земли, даже зная как происходит повышение содержания углекислоты в атмосфере. Поэтому нет уверенности в том, что уже в будущем веке средняя температура у поверхности Земли не начнет повышаться.

Если не начать уже сейчас работать над проблемой канализации отходов энергии, то через 100-150 лет человечество будет поставлено перед выбором: либо сдерживание развития цивилизации, либо ее гибель. Проблема настолько серьезна, что решить ее в короткий срок вряд ли удастся. Начать работы над ней нужно уже сейчас. Кроме того, уже сейчас можно разработать целый ряд мероприятий, позволяющих отодвинуть время заметного повышения температуры у поверхности Земли.

Проблема канализации отработанной энергии поднимает целый ряд новых проблем, как технических, так и общественно-экономических, круг которых может быть определен только глубоким и всесторонним исследованием данной проблемы. Сейчас еще неясно, к каким последствиям может привести промедление с исследованием всех сторон указанной проблемы. Поэтому следует считать настоятельной необходимостью перейти от разговоров к делу и срочно установить жесткие меры по экономии ископаемых топлив. И в этом одним из направлений работ должна быть разработка высокоэффективных технологий во все производства. При этом, особое внимание должно быть обращено энергетике.

Основным показателем эффективности должен стать расход энергоносителей на производство продукта, а не выражение в деньгах.

2. Возможные пути решения экологической проблемы энергетики.

Нам представляется, что эти пути должны быть в первую очередь организационными, а в более широком аспекте - даже социальные. Рассматривая эти пути, следует их разделить на мероприятия первого этапа, более срочные и второго этапа, результаты которого должны сказаться через 30 -50 лет.

К первоочередным путям снижения влияния энергетики на экологию следует отнести те, которые направлены на предотвращение регионального воздействия крупных электростанций. Как было сказано выше, в электроэнергетике существует тенденция укрупнения тепловых электростанций. В настоящее время строятся электростанции мощностью 6 млн. кВт и проектируются на 10 млн. кВт. Обоснованием этой тенденции является снижение удельных капитальных затрат и "удельной" численности персонала. При увеличении паротурбинного блока с 200 до 800 мвт строительная кубатура

главного здания уменьшится в три раза, а площадь в 2 раза, соответственно снижаются затраты металла, строительных материалов, т.е. и самого здания. Снижаются удельные затраты и на паротурбинные блоки. Так, увеличение мощности паротурбинного блока с 600 мвт до 1800 снижает удельную стоимость блока на 12%. По оценкам этих же авторов такой переход позволит снизить удельный расход топлива на 3%.

Последнее утверждение вызывает сомнение. Более крупные электростанции требуют создания более крупных прудов - охладителей. Это зачастую приводит к изъятию из обращения плодородных земель, что не может не привести к противодействию. Компромисс будут находить в увеличении теплового потока с единицы поверхности пруда - охладителя. При этом повысится температура в конденсаторе и повысится удельный расход тепла на электростанции.

Если даже не снижать удельной поверхности пруда - охладителя, с увеличением мощности ТЭС, КПД станции будет падать из-за роста температуры в районе ТЭС и повышении температуры охлаждающей воды, поступающей на охлаждение конденсаторов.

Известно, что в районе крупных городов температура на $3 \div 5^\circ$ выше, чем за городом. Данное обстоятельство заставляет осторожно подходить к оценкам экономичности укрупнения тепловых электростанций. Опыт строительства тепловых электростанций показывает, что с укрупнением тепловых станций можно ожидать скорее ухудшение ее экономичности, чем улучшения. Возможно, даже в размерах, превышающих экономию в капиталозатратах.

С точки зрения экологии следует ограничить единичную мощность тепловых электростанций величиной 3 - 4 млн. кВт. Кроме того, места расположения тепловых электростанций следует выбирать не с точки зрения существующих требований, а из условий наименьшего регионального экологического воздействия. Следует провести широкие климатологические исследования взаимодействия местных тепловыделений с движением воздушных масс во все времена года.

По-видимому, такая работа ведется. Так, система спутников позволяет снять карту инфракрасного излучения на различных энергетических уровнях. Снимки атмосферы из космоса в сопоставлении с картами тепловых излучений позволяет установить влияние тепловыделений крупных электростанций на региональные изменения климата. Исследования в этом направлении позволяют, кроме того, получить рекомендации к принципам расположения электростанций, дающие возможность существенно уменьшить региональное влияние мощных тепловыделений.

Более серьезной экологической проблемой является проблема теплового загрязнения Земли. Рост энергетики остановить нельзя, как нельзя затормозить развитие цивилизации. Темпы роста энергопотребления определяются, в основном, материальными возможностями. Однако в настоящее время абсолютный уровень энергопотребления достиг такого уровня, когда следует задуматься над тем, чем мы должны расплачиваться и плата эта не материальная, а экологическая. Если в развитии энергопотребления стать на позицию "чем больше, тем лучше", можно прийти к трагической развязке для всего человечества.

Бесспорны следующие положения:

а) Повышение энергопотребления в недалеком будущем станет соизмеримым с энергией, получаемой Землей от Солнца.

б) Если не предпринять мер по удалению низкотемпературного тепла в мировое пространство, температура у поверхности Земли в течении 50 - 100 лет поднимется настолько, что цивилизация будет отброшена на много веков назад.

в) В настоящее время наука не располагает методами отвода низкотемпературного тепла в мировое пространство. Поиск таких методов и их разработка до технически приемлемого уровня, потребует не только большого отрезка времени, но и огромных капиталовложений.

Эти положения заставляют искать выход из создавшегося положения. Нам представляется, что следует идти по двум путям:

1. Ограничение темпов прироста энергопотребления.
2. Увеличение доли потребления "возобновляемых" энергоресурсов.

При использовании первого пути мы не предлагаем сдерживать развитие народного хозяйства; следует лишь изменить отношение к использованию энергии. Рациональное использование энергии позволит не только не сдерживать развитие народного хозяйства, но и освободить значительные средства для повышения темпов развития народного хозяйства.

Здесь речь идет не о простой экономии топлива энергетических ресурсов, а о целом комплексе мероприятий. В первую очередь следует пересмотреть весь перечень продукции промышленного производства и исключить ту продукцию, которая не дает существенного вклада в развитие народного хозяйства. В этом отношении весьма нерационально производство многих предметов потребления. Отставание разработки и развития социалистических принципов потребления привело к внедрению в наше общество элементов капиталистических принципов потребления, которые существенно снижают наши экономические возможности. К примеру - производство легковых автомобилей для населения. Это производство отвлекает огромные энергоресурсы на добывающую, металлообрабатывающую и машиностроительную промышленности, отвлекая большие трудовые ресурсы и в результате - огромные массы автомобилей, коэффициент использования которых - мизерный. К тому же в этом использовании свой парадокс - повышение использования личных автомобилей приводит к затратам больших энергоресурсов. Подобных примеров можно привести много, а их обоснование переходит в область социальных исследований.

Вторым путем следует считать путь рационализации географии промышленного производства с целью сокращения транспортных перевозок. Эта география складывалась стихийно, что привело к огромным встречным грузопотокам. Следует помнить, что на долю транспорта в настоящее время приходится до 25 % всего потребления энергоресурсов.

Третьим путем следует считать путь совершенствования технологий.

В настоящее время уже проводятся работы по внедрению энергосберегающих технологий, однако эти работы довольно скромные. Следует отметить, что все эти три пути могут стать действенными лишь при условии перехода в экономике от денежного исчисления затрат к энергетическому, т.е. затраты на производство продукции следует исчислять в энергетическом эквиваленте.

Второй пункт - увеличение потребления возобновляемых энергоресурсов, т.е. энергии воды, ветра, Солнца. Это направление в настоящее время находится в различной стадии развития для различных регионов.

Так, например, энергоресурсы рек используются довольно широко. В производстве электроэнергии мира их доля в настоящее время составляет 21 %. Если идти по пути создания крупных гидроэлектростанций, то использование всех возможностей повысит существующую мощность гидроэлектростанций мира еще на 20 - 30%. Общий гидроэнергетический потенциал мира оценивается в $2.2 \cdot 10^9$ кВт. В 1980 году мощность ГЭС мира составляла 400 млн. кВт, т.е. возможности роста гидроэнергетики велики, однако, реализация этой возможности затруднена тем обстоятельством, что те страны, ко-

торые в состоянии развивать энергетику быстрыми темпами, почти исчерпали возможности создания гидроэлектростанций. Так, в Европе и Северной Америке гидроэнергоресурсы использованы более чем на 75 %, тогда как в Азии лишь на 22 %, а в Африке - на 4,5 %.

Использование малых гидроэнергетических потенциалов позволит существенно повысить выработку электроэнергии. Однако, по существующим технико-экономическим проработкам, стоимость электроэнергии вырабатываемой малыми гидроэлектростанциями существенно выше, чем на крупных электростанциях. Это главная причина, сдерживающая развитие малой гидроэнергетики.

К гидроэнергетике относят энергию приливов, энергию волны, течения. Что касается энергии приливов, то их потенциальная энергия составляет 3 млрд. кВт. Однако реализовать можно лишь 1% этой энергии. Если же рассматривать наиболее возможные пути осуществления таких электростанций, то на Земле существует лишь 20 мест, пригодных для создания приливных электростанций с приемлемыми капитальными затратами.

Энергия волн имеет тот же потенциал, что и энергия приливов, но технические возможности ее использования требуют больших капитальных затрат.

Топливный кризис 70 - х годов заставил обратиться к разработке нетрадиционных источников энергии, в том числе к использованию энергии ветра. Энергетический потенциал ветра в 30 раз выше энергии приливов и возможности наращивания производства энергоресурсов за счет энергии ветра довольно высоки. Однако, и здесь величина капиталовложений настолько велика, что широкого развития ветроэнергетика пока не получила.

Над использованием энергии Солнца начали серьезно работать сравнительно недавно. Работы введутся в самых различных направлениях от отопления, опреснения соленых вод, до производства энергетических растительных культур и биоинверсии.

В настоящее время удельные капиталовложения в строительство самих солнечных электростанций составляют 8 - 10 тыс. долларов за киловатт в диапазоне мощностей 10 - 100 кВт. Разрабатываются проекты, позволяющие снизить эту цифру до 4 тыс., долларов на киловатт. Можно считать, что дальнейшие работы по совершенствованию конструкции и технологии позволят довести удельную стоимость до 2000 долл./кВт.

Однако, следует иметь в виду, что удельные капиталовложения в строительство обычных тепловых электростанций составляет 180 - 200 долл./кВт, для атомных - до 500 долл./кВт. То есть, даже в перспективе стоимость создания солнечных электростанций будет существенно выше, чем для обычных электростанций.

В перспективах создания солнечных электростанций есть и обнадеживающие прогнозы. Так, фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии может оказаться по капиталовложениям конкурентно-способным тепловым электростанциям. Намечающиеся успехи в производстве дешевых материалов и технологии для массового производства фотоэлементов, успехи физиков по повышению КПД фотоэлементов позволяют надеяться на широкое внедрение солнечной гидроэнергетики, особенно для мелких потребителей электроэнергии и, возможно, транспорта.

Итак, увеличение в общем потреблении "возобновляемых" энергоресурсов, (т.е. тех, которые не повышают тепловыделение у поверхности Земли) вполне возможно при условии увеличения капиталовложений в эту отрасль энергетики. Широкая программа экономичного расходования энергоресурсов позволит освободить необходимые капиталовложения.

Таким образом, программа первоочередных мер по предотвращению теплового загрязнения Земли в основном состоит из двух направлений - экономичного расходования

энергоресурсов и переключения освободившихся средств на увеличение производства "возобновляемых" энергоресурсов.

Долгосрочной программой предотвращения теплового загрязнения Земли должны быть в первую очередь предусмотрены работы по поиску способов канализации тепла в мировое пространство. Наряду с этим необходим поиск более экономичных путей трансформации энергоресурсов в потребляемый вид энергии. Так, например, электрохимические генераторы могут иметь КПД преобразования химической энергии близким к 1. А по работам члена-корреспондента АН СССР Лидоренко А.С., электрохимический генератор может иметь КПД больше единицы за счет использования низкотемпературного тепла окружающей среды.

Фундаментальные работы в области физики помогут, по-видимому, привести в равновесие энергопотребление с отводом тепла в мировое пространство.

Заключение.

Проблема теплового загрязнения Земли выкристаллизовывается как одна из важнейших проблем начала XXI века.

Решение этой проблемы возможно лишь на комплексной основе. В этом комплексе научные, технические, агрономические, социальные проблемы. Их решение потребует не только больших затрат труда, энергии, капиталозатрат, но и согласованности действий людей всего мира.

Острой социальной проблемой является капиталистический способ производства с его законами рыночных отношений, производством ради прибыли без общественной необходимости, невозможностью введения рамок и ограничений на безрассудное расходование энергоресурсов. Поэтому, можно только надеяться, что угроза цивилизации со стороны теплового загрязнения Земли, так же, как и со стороны атомной войны, заставят капиталистические круги подчинить свои интересы интересам развития цивилизации.

Список литературы: 1. Электрификация СССР. Под ред. Непорожного П.С. Изд. "Энергия", 1970. 2. Известия ВУЗов, "Энергетика" №11, 1967. 3. Материалы VII конгресса МИРЭК, 1967. 4. Канаев А.А. Энергетические машины настоящего и будущего. "Машиностроение", 1967. 5. "Mining Mag.", № 6, 11, 1967. 6. Доклад Непорожного П.С. на VIII Конгрессе МИРЭК в Бухаресте. 7. Материалы III Международной Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии, 1964. 8. Энергетика СССР в 1971 - 75 гг., М., 1971. 9. Турбиностроение т. 1, ВИНТИ, 1976. 10. Энергетика СССР в 1976 - 80 - гг. "Энергия", М., 1977. 11. Доллежалъ Н., Корякин Ю. Ядерная электроэнергетика, достижения и проблемы. "Коммунист", № 14, 1979. 12. Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981-85 гг. и на период до 1990 года. "Правда", 2 декабря 1980 г. 13. Меркулов А.П. В поисках энергии будущего. Киев, "Техника" 1979. 14. Мировая энергетика. Прогнозы развития до 2020 года, "Энергия": 1980. 15. Канаев А.А. Развитие техники тепловых электростанций. Л., "Энергия", 1975. 16. Тельдеши Ю., Лесны Ю. Мир ищет энергию. М., "Мир", 1981, 439с. 17. Кириллин В.А. Энергетика сегодня и завтра. М., "Педагогика", 1983, 128с. 18. Полетавкин П.Г. Космическая энергетика. «Наука», 1981, 152с. 19. Давыдова Л.Г., Буряк А.А. Энергетика: Пути развития и перспективы. М., "Наука", 1981, 120с. 20. Более чем достаточно? Оптимистический взгляд на будущее энергетики, Под ред. Кларка Р. М., "Энергоатомиздат", - 1984, 216с. 21. Исаченко А.Г. Использование и охрана природных ресурсов. М., "Прогресс", 1972. 22. Лидоренко А.С., Мучник Г.Ф. изд. АН СССР, сер. "Энергетика и транспорт", № 2, 1973, с15. 23. Исаченко А. Г. Оптимизация природной Среды, М., "Мысль", - 1980.

Поступила в редколлегию 01.10.2010

УДК 658.5:005:658.7