

ISSN 0233-3619

ЭНЕРГИЯ ENERGY

ЭКОНОМИКА · ТЕХНИКА · ЭКОЛОГИЯ

4'85

E

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ
ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ
ЖУРНАЛ
ПРЕЗИДИУМА
АН СССР

«ОТ -40° ДО $+200^{\circ}\text{C}$ »

Всесоюзный научно-исследовательский институт противопожарной обороны МВД СССР вместе с ЦНИИ швейной промышленности Минлегпрома СССР разработал и внедрил в практику спецодежду для бойцов пожарной охраны.

Спецодежда изготовлена из водонепроницаемого трудновоспламеняющегося материала — винилиско-жа-Т, устойчивого к поверхностно-активным веществам, нефти, нефтепродуктам, кислотам, щелочам.

Работоспособность пожарного в такой спецодежде обеспечивается в интервале от -40°C до 200°C .



УНИФИЦИРОВАННАЯ КАБИНА

разработана узбекскими специалистами в помощь хлопкоробам. Она предназначена для установки на хлопковых тракторах и хлопкоуборочных машинах всех моделей.

В случае аварии трактора защита тракториста обеспечивается жестким каркасом безопасности, установленным на остове трактора. При этом достигается минимальная металлоемкость кабины. Остекление ее верти-

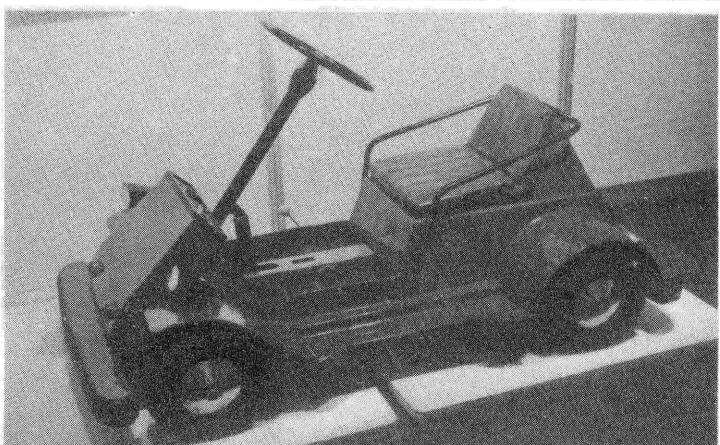
кальных панелей (90 %) обеспечивает круговой обзор.

Кабина оборудована системами пылеочистки (эффективность очистки воздуха от пыли — 95 %, от фосфорогранических соединений и окиси углерода — 98 %), охлаждения и отопления (температура воздуха в летний период не выше $+31^{\circ}\text{C}$, в зимний — не ниже $+14^{\circ}\text{C}$), снабжена регулируемым сиденьем, рационально размещенными органами рулевого управления и контроля.

«МУРАВЕЙ»

Оригинальный подарок детям — электромобиль «Муравей» приготовили в конце минувшего года Ярославский электромашиностроительный завод.

Электромобиль прост в управлении, надежен в пути, и любой ребенок в возрасте 9—14 лет может сам, без посторонней помощи отправиться на нем в путешествие.



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ
ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ
ЖУРНАЛ
ПРЕЗИДИУМА
АН СССР

Выходит с 1984 г.

ЭНЕРГИЯ ENERGY

ЭКОНОМИКА·ТЕХНИКА·ЭКОЛОГИЯ

4'85

В НОМЕРЕ

- 2** И. Е. ЗИМАКОВ
С думой о завтрашнем дне
-
- 10** Н. И. КИДИН, В. Б. ЛИБРОВИЧ
Пламя в электромагнитном поле
-
- 18** Т. Х. МАРГУЛОВА
Атомная энергетика: сегодня и завтра
-
- 22** Р. Б. АХМЕДОВ
Перспективы солнечного киловатта
-
- 28** Олег АЛЕКСЕЕВ
Паровоз (романтическая история)
-
- 35** Евгений ПАВЛОВ
Спецавтотранс-84
-
- 40** Б. И. БРАСЛАВСКИЙ
Автобус или троллейбус?
-
- 44** И. И. КУЗЬМИН, А. Я. СТОЛЯРЕВСКИЙ
Перспективы ядерной энергетики
-
- 51** К. А. ЯКИМОВИЧ
Пар — помощник нефтедобытчиков
-
- 56** Юрий ГЛАЗКОВ
Событие (фантастический рассказ)
-
- 58** Ответы на кроссворд, опубликованный в № 3
-
- 59** Игорь ЧУТКО
Изобретения в пожарном порядке
-
- 63** Задачи

Информация: Теперь хватит трети топлива (8) * Кухня-85 (9) * Таймер в отопительной системе (9) * Энергия про запас (9) * Не жарко, не холодно, не хлопотно (9) * Франко-итальянская новинка (17) * От Турку до Харькова (17) * Женщины — против (17) * Бензин без свинца? (17) * Полфунта стерлингов за галлон (20) * Великобритания: подземные хранилища радиоактивных отходов (43) * Из аморфного кремния — дешевле (43) * «Радиоактивные» новости (43) * Рентгеновский лазер (63)



С ДУМОЙ ○ ЗАВТРАШНЕМ ДНЕ

Доктор химических наук
И. Е. ЗИМАКОВ

Научные открытия и технические изобретения нельзя заранее отнести только к «положительным» или только к «отрицательным». Будут ли они употребляться на благо общества или во вред ему, зависит, в первую очередь, от социальных условий, а также от того, способно ли государство поставить их использование под контроль общества.

Воздействие хозяйственной деятельности человека на окружающую среду постоянно усиливается. Еще в 1944 г. основатель биогеохимической науки академик В. И. Вернадский писал: «Лик планеты — биосфера химически резко меняется человеком сознательно и, главным образом, бессознательно». Однако не только технологические проблемы являются определяющими в состоянии окружающей среды. Важны и тесно связанные с техническими экономические, социальные и политические проблемы. Поэтому большинство исследователей первоочередным в деле охраны окружающей среды считают решение социально-экономических проблем. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов стало одной из актуальных глобальных проблем современности, имеющей огромное экономическое и социальное значение.

ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Интенсивный рост промышленного производства и энергетики, развитие автомобильного транспорта и авиации, химизация сельского хозяйства, рост городов и многие другие стороны научно-технического прогресса приводят к изменениям физико-химических свойств внешней среды и являются источниками загрязнения атмосферы, суши, рек, морей.

Масштабы воздействия хозяйственной деятельности человека на окружающую среду стали столь велики, что поступление различных техногенных веществ в биосферу превысило естественное поступление от выветривания горных пород и от выбросов вулканов. Так, например, в США количество газообразных, жидких и твердых отходов производства, сбрасываемых в водоемы и атмосферу, свыше 200 млн. т в год. В этих отходах содержится более 600 тыс. разнообразных химических веществ.

В целом на Земле ежегодное количество промышленных, транспортных, сельскохозяйственных и коммунальных отходов составляет около 600 млн. т. В этих отходах содержится свыше 7 млн. различных химических соединений, в том числе и токсичных, многие из которых способны накапливаться в биосфере, т. к. не используются микроорганизмами и потому не утилизируются в биологическом круговороте веществ.

Например, ежегодное мировое производство такого высокотоксичного элемента как ртуть составляет около 15 тыс. т, из которых примерно половина по различным причинам превращается в отходы, загрязняющие окружающую среду. Помимо ртути, в последние годы на порядок увеличилось поступление в окружающую среду кадмия, свинца, меди и других токсичных металлов и их соединений. А, например, загрязнение поверхности Земли

и вод железом за последние 150 лет составило около 6,5 млрд. т. Последствия такого высокого содержания железа в почве и воде для всего живого пока еще не известны.

Развитие промышленности, в том числе и энергетики влияет на изменение энергетического баланса в природе. В окружающую среду поступает все больше тепла. В крупных промышленных городах вырабатываемая энергия стала соизмеримой с энергией радиационного баланса, что, в свою очередь, начинает оказывать влияние на микроклимат в этих городах. Увеличение энергетических мощностей неизбежно приводит к расширению районов с тепловым загрязнением. Пока еще остается неясным вопрос о глобально экологических последствиях таких локальных температурных загрязнений. Основное влияние техногенная деятельность человека оказывает на такие компоненты биосфера как воздух, вода и почва. Воздух необходим всему живому. Человек при средней физической нагрузке в течение суток должен вдохнуть около 25 кг воздуха. Без пищи человек может прожить около шести недель, без воды — неделю, а без воздуха — не более пяти минут. Количество окружающего нас воздуха всего 5 тыс. триллионов тонн. Толщина слоя атмосферы чрезвычайно мала. Если представить Землю крупным апельсином, то воздух — это тонкая папиресная бумага, в которую апельсин завернут.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА

Загрязнение воздуха за счет производственной деятельности человека приводит ко многим негативным явлениям местного и глобального характера. По сведениям Агентства по охране окружающей среды США только в воздушный бассейн этой страны ежегодно выбрасывается около 15,8 млн. т твердых частиц, 28,5 млн.т оксидов серы, 24,3 млн. т оксидов азота, 28,8 млн. т углеводородов, более 95 млн. т окиси углерода, галогены, галогеноводороды, аэрозоли токсичных тяжелых металлов и их соединений и др. Загрязненность воздуха ряда городов капиталистических стран достигла критической стадии и угрожает жизни миллионов людей. Большой материальный ущерб причиняют выбрасываемые в воздух химически агрессивные газы и дисперсные примеси. Они разрушают

металлоконструкции, здания, краски, ткани, плохо влияют на здоровье людей, мешают росту растений.

Можно привести множество примеров, которые показывают вредное влияние выбросов в атмосферу.

Так, на севере и востоке Франции ежегодно погибает от загрязненной атмосферы около 400 деревьев, 30 тыс. травянистых растений, 8 тыс. голов молодняка животных, 800 взрослых животных (диких и домашних). У птиц, гнездящихся вблизи индустриальных районов, интенсивность размножения снижается на 35 %. Случаются серьезные повреждения произведений искусства.

Например, стены Лувра в настоящее время разрушаются в 100 раз быстрее, чем в начале XX века (на 3 мм в год). Древний египетский обелиск Игла Клеопатры за 90 лет пребывания в Центральном парке Нью-Йорка подвергся большему разрушению, чем за 3 тысячи лет в Египте. На улицах Филадельфии никого не удивляют прохожие в противогазах. В г. Сент-Луисе на людях распадаются нейлоновые изделия из-за высокого содержания в воздухе оксидов титана и серы от деятельности местных заводов. Воздух Нью-Йорка настолько насыщен выхлопными газами автомобилей, другими продуктами горения и выбросами промышленных производств, что, по мнению государственной комиссии США по изучению состояния воздуха в городе, дышать в Нью-Йорке — значит подвергать себя серьезной опасности. Подобные примеры можно было бы продолжить.

Чрезвычайными оказались проблемы загрязнения воздушного бассейна, связанные с сжиганием топлива, в том числе и ископаемого — нефти и угля. Уже в 1920 г. на нашей планете было 10 922 278 автомобилей, которые начали интенсивно сжигать бензин. Сейчас по дорогам «бегают» более 250 млн. одних только легковых автомобилей, а число грузовых — подсчитать не удалось. Кроме автомобилей, нефть и нефтепродукты жадно пожирают самолеты, пароходы, ТЭЦ... В мире около 39 % общего количества энергии вырабатывается из нефти, 17 % из природного газа, 25 % — из угля, а остальные 19 % приходятся в настоящее время на долю энергии атома, рек и других возобновляемых энергоресурсов. Только в Западной Европе 65 % нефти сжигают и лишь 35 % расходуют по ее прямому назначению — в ка-

честве сырья химической промышленности. Прогнозы последних лет свидетельствуют о том, что при современных способах и масштабах потребления нефти и с учетом открытия новых ее месторождений и постоянно увеличивающейся добычи этого бесценного сырья хватит на Земле всего на 35—40 лет. И тем не менее, более 2,8 млрд. т нефти было сожжено в мире только в одном 1980 г., а сейчас эта цифра взросла.

При сжигании любого ископаемого топлива в составе выделяющихся в атмосферу газов всегда присутствуют оксиды углерода, серы, фосфора, аэрозоли токсичных тяжелых металлов — ртути, кадмия, свинца, естественных радиоактивных элементов.

Считается, что в настоящее время основными источниками соединений серы, поступающей в атмосферу, водоемы и почву, являются процессы добычи и переработки нефти (особенно сернистой и высокосернистой), сжигание ископаемых топлив на ТЭС, в котельных и транспортом, а также предприятия цветной металлургии и некоторых других отраслей промышленности. В масштабах планеты из общего количества выделяемого в атмосферу сернистого ангидрида около 50 % приходится на сжигание твердого топлива, около 40 % — на долю нефтепродуктов и около 10 % — на металлургические и прочие производства. Сера содержится в топливе и нефтепродуктах в различных формах (в виде органических и неорганических соединений). Уровень содержания серы в различных видах топлива зависит от месторождения. В нашей стране очень низкий процент (0,4 %) горючей серы содержит кузнецкий уголь, более богат этим элементом подмосковный уголь (около 2,6 %). В донецких углях содержание серы достигает 2,0—3,2 %. Наибольшее количество серы содержит кизеловский уголь (5,1 %). Содержание сернистых соединений в бакинской и грозненской нефти небольшое (0,1 %) а в башкирской и волжской — достигает 4,5 % и более. При сжигании топлив с высоким содержанием серы приходится решать сложные проблемы очистки выбросов от окислов серы.

Выбрасываемые в атмосферу оксиды серы и азота образуют с влагой воздуха кислоты, которые выпадают на почву в виде кислого дождя. Кислые дожди в районах ТЭЦ и металлургических заводов привели к резкому сокращению уло-

вов рыбы в озерах Норвегии. В штате Новая Англия в США дождевая вода, как правило, имеет pH от 3 до 4 и оказывает губительное влияние на посевы и лесные массивы.

Продукты сгорания топлива, некоторые синтетические вещества, фреоны, а также продукты ядерного взрыва, попавшие в верхние слои атмосферы, вызывают разрушение озоносферы. Известно, что на высоте 20—35 км от поверхности Земли имеется слой атмосферы, содержащий повышенное количество озона, роль которого для всего живого на нашей планете чрезвычайно велика. Озон задерживает ультрафиолетовую солнечную радиацию, т. е. является своеобразным экраном от той области спектра солнечного излучения, которая приводит к гибели некоторых видов растений, вызывает замедление фотосинтеза, приводит к раковым заболеваниям кожи у людей и т. д. Разложение озона в стратосфере особенно сильно происходит за счет оксидов азота, образующихся при разложении минеральных удобрений, сжигании топлива и особенно в большом количестве в выхлопных газах сверхзвуковых самолетов.

Сильное влияние на состояние озоносферы оказывают фреоны, которые при фотолизе образуют активный хлор, взаимодействующий с озоном. За счет фреонов слой озона уже разрушился на 1 %. Подсчеты показали, что даже если совершенно исключить попадание фреонов в воздух, то озоновый слой будет продолжать разрушаться еще 50—200 лет.

Сжигание ископаемых топлив приводит к образованию огромных количеств углекислого газа.

При сжигании различных видов топлива ежегодно расходуется 10—12 млрд. т кислорода, который связывается с углеродом и образует более 20 млрд. т углекислого газа. В настоящее время концентрация CO_2 в атмосфере составляет 0,032 % (в городах — 0,034 %).

Токсикологи считают, что содержание этого газа в воздухе до 1 % безвредно для здоровья человека, а угнетение растений начинается с концентрации 2 %. За несколько последних десятилетий содержание диоксида углерода возросло на 12—17 % и продолжает увеличиваться примерно на 0,2 % в год. Раньше, в процессе фотосинтеза растения постоянно усваивали CO_2 , при этом до определенного времени повышение уровня содержания этого газа в воздухе способствовало не-

которому увеличению продуктивности растений. Теперь же растения во многих регионах, особенно с развитой промышленностью, не справляются с поступающими в атмосферу количествами диоксида углерода. Накопление его в атмосфере в глобальном масштабе может способствовать развитию известного «парникового эффекта» — углекислый газ свободно пропускает к поверхности нашей планеты коротковолновое излучение Солнца, но задерживает длинноволновое тепловое излучение, не давая ему уноситься в космическое пространство, что изменяет тепловой баланс Земли.

Для понижения возможного влияния накопления CO_2 в атмосфере на климат нашей планеты предлагаются разные способы, большинство из которых сводится к рекомендациям замены ископае-

мого топлива на другие источники энергии, а также расширения территорий с посадками растений, поглощающих углекислоту.

ПРОБЛЕМА ЧИСТОЙ ВОДЫ

Научно-технический прогресс связан с потреблением больших количеств чистой пресной воды. Для нужд сельского хозяйства, промышленного производства, энергетики, бытовых целей используется в настоящее время около 15 % всего речного стока. По данным статистики на сельское хозяйство расходуется около 4200 млрд. m^3 воды, на энергетику — 240 млрд. m^3 , на промышленность — свыше 215 млрд. m^3 и на коммунальное водоснабжение — около 250 млрд. m^3 . Сум-



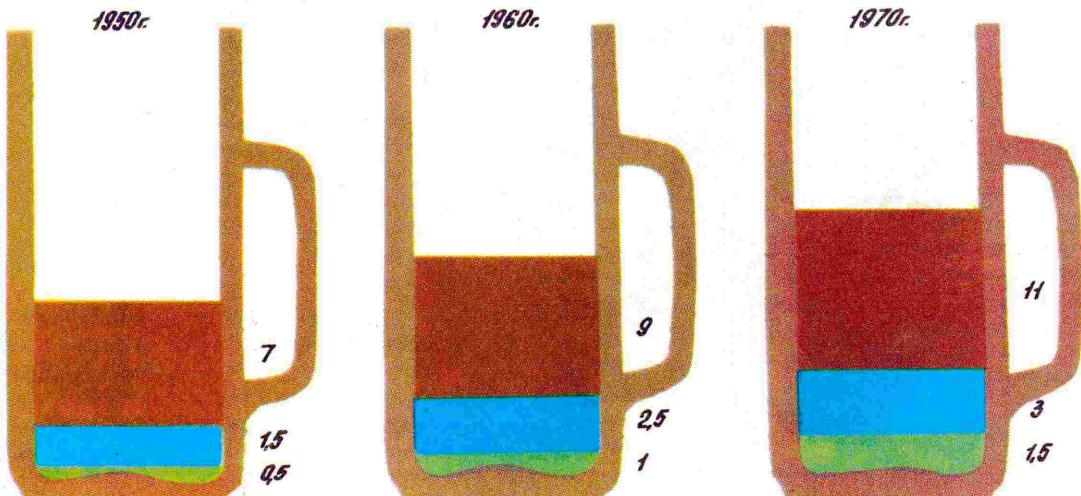
марное потребление воды в год сейчас составляет около 5000 млрд. м³ и рост его продолжается в среднем на 5—6 %. С начала нашего столетия потребление воды возросло в 10 раз.

Истощение ресурсов пресной воды стало одной из важнейших экологических проблем: 1980—1990 годы объявлены Международным десятилетием воды. Эта проблема возникла также под косвенным влиянием человека (осушение болот, вырубка лесов, строительство водохранилищ с большим зеркалом испарения и др.) и за счет сильного антропогенного загрязнения существующих водных источников. В водоемы ежегодно попадает около 500 млрд. м³ промышленных и коммунальных стоков, смывов с сельскохозяйственных полей, из воздуха — техногенных выбросов. Сейчас во многих районах земного шара начал ощущаться острый недостаток чистой пресной воды. Опреснение же морской воды пока обходится дорого. Постоянно дорожает очистка воды от техногенных загрязнений.

Динамика водопотребления в ФРГ¹ (в относительных единицах)

Водопотребление:

- промышленностью
- населением
- сельским хозяйством



Таким образом имеется две проблемы — нужно резко увеличить объем чистой пресной воды и одновременно уменьшить растущее техногенное загрязнение. Например, сейчас энергетика требует много воды для охлаждения генераторов. По данным зарубежных авторов, на производство 1 кВт·ч электроэнергии затрачивается 200—400 л воды. Для работы ТЭЦ мощностью 1 млн. кВт требуется 1,2—1,6 км³ воды в год. Атомная электростанция мощностью 1 млн. кВт использует около 3 км³ воды в год. Количество воды на нужды энергетики постоянно будет увеличиваться в связи с тенденцией удвоения производства электроэнергии каждые 12 лет.

Самое большое количество пресной воды потребляет сельское хозяйство (главным образом на орошение). И около 75 % воды расходуется безвозвратно: огромное количество воды вообще не доходит до возделываемых культур из-за малоэффективных способов орошения. К концу XX века потребности в чистой пресной воде значительно возрастут и только на поливное земледелие потребуется дополнительно около 550 км³ воды в год.

Какие же меры может принять человечество для получения в достаточном количестве воды и предохранения ее от загрязнений?

Прежде всего необходимо больше использовать подземные воды; резко улучшить технологию полива сельскохозяйственных культур; совершенствовать технологию производств за счет внедрения

оборотных систем тока воды; совершенствовать и больше строить очистных сооружений; сажать деревья взамен вырубаемого леса; осторожнее подходить к проблеме осушения болот.

ПРОБЛЕМА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Эта проблема в век научно-технического прогресса является важнейшей экологической проблемой, т. к. земля является источником пищи для человека и местом обитания животных и растений. Если принять во внимание, что человечеству ежедневно не хватает 230 млрд. калорий для сбалансированного питания, то это равносильно 37 млн. т пшеницы в год. Более того, население нашей планеты ежегодно увеличивается на 70—80 млн. человек. Поэтому необходимо резко увеличивать посевные площади, чтобы сохранить питание хотя бы на современном уровне. Но во многих странах происходит обратный процесс — количество посевной плодородной площади сокращается по разным причинам (горные выработки, строительство городов и поселков, строительство дорог и каналов, прокладка коммуникаций, затопление плодородных почв при строительстве водохранилищ, эрозия и опустынивание, засоление почв, и, наконец, загрязнение техногенными выбросами). Ученые подсчитали, что по всем этим и еще целому ряду причин за последнее тысячелетие около 2 млрд. га продуктивной земли

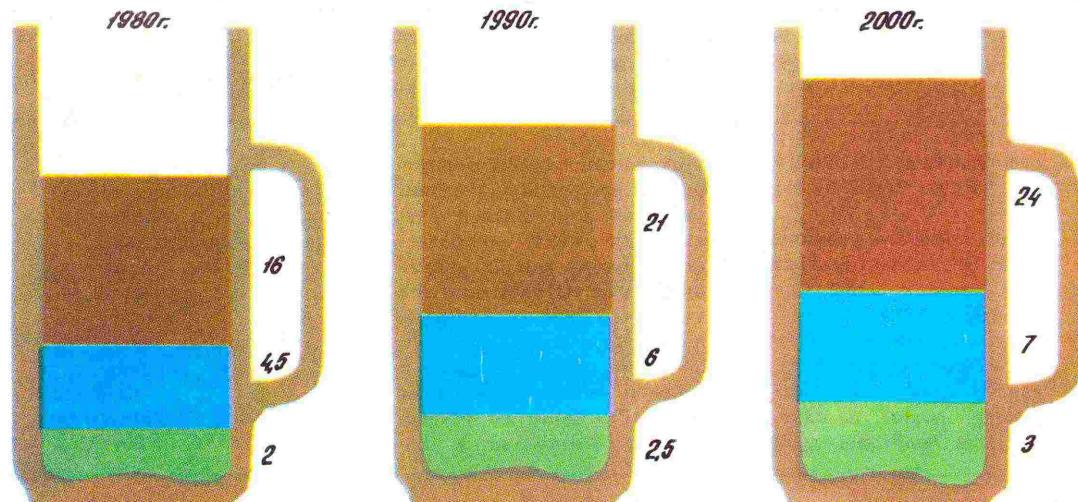
стало непригодным для сельского хозяйства (интересно сравнить эту потерю с площадью нынешних пахотных земель, составляющей 1,5 млрд. га).

Многие из перечисленных антропогенных факторов, влияющих на сокращение пахотных земель, могут быть устранины, или, по крайней мере, их влияние уменьшено в условиях планового ведения хозяйства в общегосударственном масштабе, что наглядно можно видеть на примере нашей страны и стран социализма. Повышение плодородия земель в нашей стране базируется прежде всего на рациональном использовании природных ресурсов, на строгой охране возделываемых земель (от перевода их в сферу несельскохозяйственной эксплуатации), на применении современных агрехимических приемов в государственном масштабе, увеличивающих урожайность основных сельскохозяйственных культур.

* * *

Рассмотренные проблемы, естественно, вызывают вопрос о ближайшем и отдаленном будущем человечества. По этому поводу ежегодно выходят сотни научных статей и десятки книг. В них можно встретить самые разные толкования одного и того же вопроса, самые разные взгляды на будущее.

Следует подчеркнуть, что сегодняшние темпы истощения природных ресурсов и роста загрязнения окружающей среды обусловлены не столько ростом масштабов производства, сколько несовершенством его технологий. Именно несовер-



шенство технологии предопределяет экспенсивный характер использования природных ресурсов и загрязнение окружающей среды. Конечный продукт, идущий в потребление сегодня составляет лишь 1,5—2 % от общей массы природного вещества, вовлекаемого в производство; остальная его часть представляет «отходы», угнетающие окружающую среду. Но является ли научно-технический прогресс действительной причиной такого положения?

Дело обстоит как раз наоборот. Отрицательные последствия воздействия производства на природу являются результатом игнорирования достижений науки и техники. Экологические требования к производству, базирующиеся на достижениях науки и техники, нередко приносятся в жертву ближайшему экономическому выигрышу, хотя при более пристальном рассмотрении этот выигрыш зачастую оказывается прямым социально-экономическим ущербом для общества.

Опыт развития современного индустриального производства показывает, что если оно организуется с учетом достижения научно-технического прогресса, то в его рамках можно сберегать и воспроизводить природные ресурсы.

В Советском Союзе охрана природной среды осуществляется с помощью различных мероприятий: организационных, правовых, воспитательных, научно-технических, санитарно-гигиенических и др. В результате этого даже при огромном росте промышленного потенциала (за годы Советской власти больше чем в 125 раз) страна сохранила относительное природное благополучие, которое является следствием природоохранительной политики партии и правительства, суть кото-

рой сформулирована на декабрьском (1983 г.) Пленуме ЦК КПСС: «К решению проблемы охраны окружающей среды нужно подходить комплексно с общегосударственных позиций». И действительно, уже в первом государственном плане (электрификации России) предусматривалось, например, «ограждение вод от загрязнения», предполагалось «рассеяние промышленности» по всей стране с целью использования не только новых богатств, но и естественных бассейнов очистки. С тех пор капиталовложения на защиту окружающей среды предусматривались в планах каждой отрасли. Начиная с прошлой пятилетки, в народнохозяйственные планы введен раздел «Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов», что создает материальные гарантии решения этого актуального для человечества вопроса. Только в плане 1984 г. на охрану окружающей среды было заложено 2 млрд. рублей.

Проблемы окружающей среды глобальны. Их нельзя в полной мере решать в рамках отдельного государства. Правительство нашей страны придает большое значение совместным усилиям государств в решении этих актуальных проблем и способствует равноправному сотрудничеству как двухстороннему, так и в рамках СЭВ, ЮНЕСКО, ООН. Примером успешного международного сотрудничества можно назвать деятельность СЭВ. В его рамках создан Совет по проблемам охраны и улучшения окружающей среды, осуществляется программа сотрудничества ученых социалистических стран почти по 160 экологическим вопросам.

ТЕПЕРЬ ХВАТИТ ТРЕТИ ТОПЛИВА

Трехкратного увеличения к. п. д. высокотемпературных промышленных печей добились специалисты английской фирмы «British Gas Corporation». В новой конструкции печи — две газовые горелки, каждая из которых снабжена керами-

ческим основанием с внутренней полостью. Горелки работают по очереди в течение двух минут. Отработавшие горячие газы из камеры печи не выбрасываются в атмосферу, а поступают в полость основания горелки при температуре, близкой к рабочей температуре печи (1400 °C). Через то же основание пропускается хо-

лодный воздух — один из компонентов горючей смеси. В результате, к горелке поступает предварительно нагретая горючая смесь, что повышает эффективность печи до 60 %. Регенерация тепла позволила почти на 70 % снизить расходы.

«Research and Development», 1984, v. 26, № 3.

ИНФОРМАЦИЯ

КУХНЯ-85

СВЧ-печи из предмета роскоши становятся изделием массового спроса. По оценкам, в Соединенных Штатах Америки в 1984 г. было продано около 7 млн. печей, а в 1985 г. предполагается продать 9—10 млн. этих устройств. В результате, к концу будущего года около половины американских семей окажутся владельцами СВЧ-печей. Из других стран наиболее крупными потребителями этих изделий являются Япония и Англия (соответственно около 1 млн. и 650 тыс. печей в год). В ассортимент предлагаемых покупателям печей входят недорогие (150—300 долл.) малые модели с объемом рабочей камеры до 25 л и двумя температурными режимами (размораживание и готовка), средние модели с объемом камеры до 30 л и несколькими режимами готовки (стоимость таких печей достигает 500—600 долл.) и большие модели с объемом рабочей камеры до 40 л, стоимость которых нередко превышает 600 долл. Практически все большие модели и большая часть средних снабжены микропроцессорными программными устройствами, позволяющими автоматизировать процесс приготовления пищи. Положив утром в печь подготовленные продукты и задав программу, можно, вернувшись вечером, вынуть из камеры готовое

горячее блюдо. Имеются СВЧ-печи, позволяющие одновременно готовить несколько блюд, а также комбинированные устройства, совмещающие в одной конструкции СВЧ-печь и электроплиту. Полагают, что главными стимулами к росту популярности СВЧ-печей являются экономия энергии (50—90 %) и сокращение времени готовки (в 3—5 раз) по сравнению с обычными кухонными электроплитами.

По материалам журналов «Business Weekly», 1984, № 2851.

«JEI», 1984, v. 31, № 7.

«JEI», 1984, v. 31, № 8.

автобусах, грузовиках — предложен шведскими конструкторами. Ими создана оригинальная инерционная система, использующая вместо обычного маховика гидравлический аккумулятор. Во время торможения аккумулятор запасает энергию, которой хватает для того, чтобы 16-тонный автобус с полной нагрузкой проехал 1,2 км при выключенном двигателе.

«International Licensing», 1984, v. 21, № 8.

НЕ ЖАРКО,
НЕ ХОЛОДНО,
НЕ ХЛОПОТНО

ТАЙМЕР В ОТОПИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

В Канаде создан таймер, автоматически включающий электропитание какого-либо прибора за некоторое время до фиксированного момента, причем длительность этого периода времени обратно пропорциональна температуре окружающей среды, измеряемой специальным датчиком. Предполагается, что использование таких таймеров в отопительных системах даст заметную экономию энергии.

«International Licensing», 1984, v. 21, № 8.

ЭНЕРГИЯ ПРО ЗАПАС

Новый метод аккумулирования энергии в тяжелых транспортных средствах —

ряд зарубежных фирм расширяет выпуск программируемых терморегуляторов с микропроцессорным управлением для домашнего использования. Эти устройства позволяют владельцу установить в квартире желаемый температурный режим на неделю вперед. Автоматически включая и выключая отопление, терморегулятор поддерживает определенную температуру в заданные промежутки времени. Предусмотрев отключение или ослабление нагрева в ночные часы и во время отсутствия людей в помещении, можно добиться значительной экономии энергии.

«The Futurist», 1984, v. XVIII, № 1.

ИНФОРМАЦИЯ

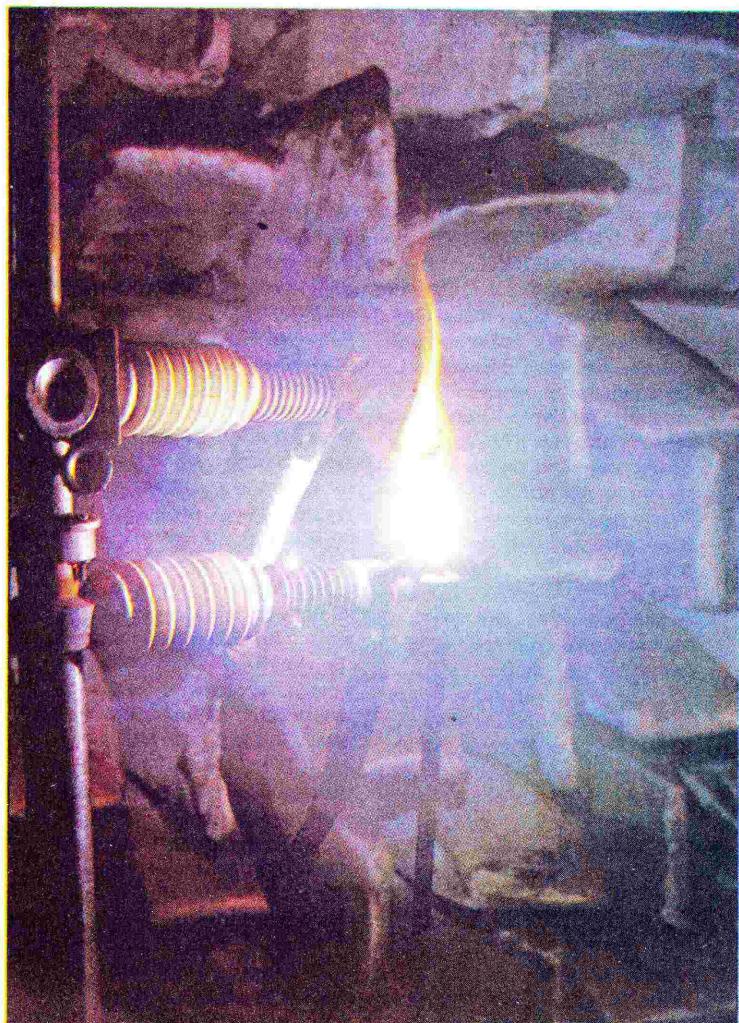
Пламя в электромагнитном поле

Кандидат
физико-математических
наук

Н. И. КИДИН,

доктор
физико-математических
наук

В. Б. ЛИБРОВИЧ



Наверное, не существует более древней науки, чем наука о горении. Конечно, вряд ли Прометей, подаривший людям огонь, знал как, что и, главное, почему горит. Но за десятки тысяч лет, в течение которых человечество сжигало дерево, уголь, нефть, порох — да и вообще все, что горит — оно, казалось бы, должно было изучить механизм этого явления в совершенстве. Безусловно, существование основных процессов, происходящих при горении различных веществ, мы понимаем достаточно хорошо. Но даже в наши дни задача рационального, контролируемого и надежно управляемого горения становится еще более актуальной.

Горение — крайне сложный физический процесс. В нем сочетаются вовсе не тривиальная газодинамика, неоднородные температурные поля, самые разнообразные химические реакции с выделением и поглощением тепла и т. д. Поэтому пламя изучалось и изучается различными методами, взятыми из арсенала самых разных научных дисциплин.

Об одном из таких перспективных методов и сделана попытка рассказать. Речь пойдет о воздействии на процесс горения электромагнитным полем.

По-видимому, впервые об электрических и магнитных свойствах пламени упоминается в работах французского ученого Пуайе еще в двадцатые годы прошлого столетия. В начале нынешнего века известный английский ученый Дж. Дж. Томсон, открывший электрон, высказал гипотезу: в пламени возникают электроны (как и почему будет ясно из дальнейшего) и именно они, особенно самые энергичные, являются «виновниками» распространения пламени, играя роль передатчиков энергии. Энергетическим аспектам горения были посвящены начатые в двадцатых годах в Днепропетровске исследования А. Э. Малиновского и его сотрудников. Десятилетие спустя в Институте химической физики АН СССР этими вопросами занялся А. К. Соколик. Большой вклад в исследование электрофизики горения и образования заряженных частиц в пламени внесли Ф. Вайнберг (Англия) и Г. Калькотт (США).

Сейчас можно считать бесспорным, что воздействие электрических и магнитных полей на пламя вызывает многочисленные эффекты, которые можно использовать как для изучения различных стадий горения, так и в разнообразных технических устройствах и технологических процессах.

ОТКУДА ЧТО БЕРЕТСЯ?

Пламя — это довольно своеобразный объект со свойствами низкотемпературной плазмы. Основных механизмов образования составляющих ее электронов и ионов — два. Первый — это термическая (равновесная) ионизация, вызванная высокой температурой процесса. Этот механизм «поставляет» в каждый кубический сантиметр объема несколько миллионов заряженных частиц. В миллионы раз больше носителей зарядов образуется в промежуточных звеньях цепных

химических реакций, происходящих при горении (особенно углеводородов). Этот процесс получил название хемионизации. А если есть заряженные частицы, если их много и они явно играют определенную роль в процессе горения, то естественно попытаться воздействовать на их движение электрическим (магнитным) полем. Появляется возможность, с одной стороны, управлять течением процесса, с другой — изучать его стадии с помощью различных электрофизических измерений.

КАК, КОГДА И ЧТО ВЛИЯЕТ?

Оставив в стороне эффекты влияния магнитного поля, рассмотрим воздействие на пламя поля электрического.

В зависимости от «геометрии» этого внешнего поля, его напряженности, частоты, а также от того, что собой представляет «горючее» (газ, жидкость, дисперсная система, твердое топливо), можно выделить три главных механизма такого воздействия.

Механизм № 1 — электродинамический. Образование объемных зарядов (в практической нейтральной в целом — квазинейтральной — плазме) и, соответственно, электрических массовых (их называют пондеромоторными) сил приводят к тому, что нейтральные частицы «увлекаются» заряженными в направлении внешнего поля. Такое электрогидродинамическое воздействие часто (правда, не очень удачно) называют «ионным ветром».

Механизм № 2 — тепловой. В пламени и в пограничных областях вблизи зоны горения энергия электрического поля превращается в тепловую. Это так называемая джоулева диссиляция энергии при прохождении электрического тока.

Механизм № 3 — кинетический. Электрическое поле непосредственно воздействует на кинетику химических реакций горения, сдвигая их равновесие, поляризуя молекулы, обладающие dipольным моментом, и т. д.

Разместим электроды вне зоны, где рождаются и гибнут заряженные частицы, и «включим» постоянное (или низкочастотное) «допробойное» электрическое поле. Основным механизмом воздействия на газовое пламя в этом случае будет электрогидродинамический. В погранич-

ных областях пламени образуются разноименно заряженные зоны, обусловленные разделением носителей зарядов. Возникающие при этом электрические силы всегда направлены от пламени к электродам, причем их величина оказывается весьма значительной (в сотни раз больше, чем, например, сила тяжести). Эти силы могут эффективно изменять гидродинамические характеристики течения в зоне горения и вблизи нее. С помощью «ионного ветра» можно изменять форму, площадь поверхности, скорость распространения пламени в каналах, отклонять и расщеплять факел пламени и т. д.

Другие механизмы при такой «геометрии» воздействия, как правило, не работают. Дело в том, что заряженные области, возникающие с каждой стороны фронта пламени, экранируют внешнее поле. В зоне горения напряженность последнего практически близка к нулю. Заметим, что пламя обладает собственным (внутренним) электрическим полем. Оно возникает из-за различия в коэффициентах диффузии и подвижности генерируемых пламенем разноименно заряженных частиц. Это поле невелико по своей величине (его напряженность не превосходит 10—50 В/см), но учитывать его надо (даже при отсутствии внешних полей). Так, для наиболее эффективного воздействия по электрогидродинамическому механизму всегда необходимо правильное согласование величины и направления внешнего поля с внутренним.

Гораздо более существенно (в количественном отношении) этот механизм действует на процессы горения дисперсных систем, так как величина массовых электрических сил при прочих равных условиях тем больше, чем больше масса носителей заряда. И если таким носителем является частичка, масса которой на много порядков превышает массу самого тяжелого иона, то, естественно, и эффект воздействия будет намного выше.

Тепловой и кинетический механизмы могут играть существенную роль при такой «геометрии» эксперимента только в двух ситуациях. Во-первых, когда внешнее поле является высокочастотным. Только в этом случае непосредственно в зоне горения можно создать напряженность поля, достаточную для эффективной джоулевой диссипации энергии. Во-вторых, в режиме электрического разряда (тлеющего, дугового, коронного), когда

источником плазмы служат не только химические реакции горения, а ионизация происходит во всем разрядном промежутке.

В принципе, при определенной частоте внешнего поля и достаточно большой («сверхпробойной») его величине электрический разряд можно локализовать в выбранной зоне фронта пламени. Варьируя частоту и амплитуду поля, можно воздействовать на различные области пламени, изменяя энергетику процесса и, в то же время, влияя на кинетику определенных стадий цепных химических реакций.

ЧТО, КАК И ГДЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ

Перечисленные механизмы и эффекты воздействия могут найти применение в самых различных устройствах и технологических процессах. Но при этом следует правильно понимать, где и какой механизм работает и как его можно использовать.

Например, при распространении пламени в каналах, стенки которых находятся под электрическим напряжением, в несколько раз меняется скорость распространения, вытянутость фронта и пределы распространения пламени. С одной стороны, эти эффекты могут быть использованы при термической обработке различных изделий, а с другой — для повышения эффективности огнепреградителей.

Принцип работы этого противопожарного устройства заключается в том, что в узких его каналах происходит интенсивный теплоотвод из зоны горения на стенки, скорость пламени уменьшается, оно гаснет. Электрическим полем можно увеличивать теплоотдачу, растягивая пламя вдоль канала.

На принципах джоулевой диссипации энергии (электрическое «усиление» пламени) основаны и начинают внедряться в различные области промышленности электроразрядные устройства. В них достигается существенно более высокая температура продуктов сгорания по сравнению с горением в обычных условиях. Устраняются недостатки, присущие методам кислородного обогащения воздуха, появляется возможность проводить высокоточные (по уровню температуры и составу теплоносителей) технологические процессы.

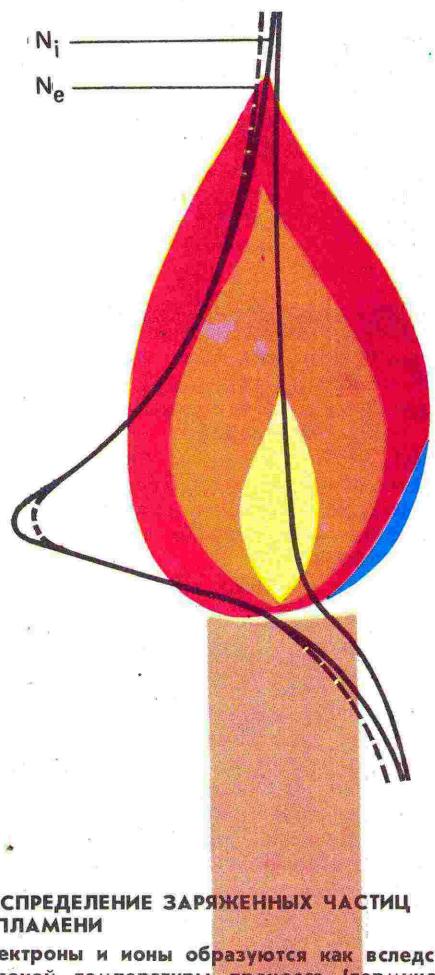
Конечно, электрогазовые горелки не универсальные устройства, способные

заменить традиционную топливоожигающую, а также плазмотронную технику. Тем не менее, существует большое число практически важных задач, наиболее эффективно и экономично решаемых с помощью именно такого рода устройств, сочетающих процесс сжигания топлива и электрический разряд на постоянном или переменном токе. Получение газовых сред для процессов прямого восстановления железа и других металлов, термическая обработка различного рода поверхностей (закалка, производство декоративной керамики и кирпича); газификация низкосортных углей в потоке их же продуктов сгорания — вот далеко не полный список конкретных примеров практического использования электротропогазовых горелок и аналогичных им устройств.

До сих пор мы рассматривали в основном возможности электрофизического влияния на процессы горения в газовой фазе. Принципы и механизмы воздействия поля могут «работать» и в других ситуациях технологического горения. Наверное, наиболее яркой и удивительной новинкой в «горельческих» делах последнего десятилетия стало открытие обширного класса реакций горения в порошковых смесях металлов (титан, цирконий, гафний, ниобий, tantal и др.) с бором, углеродом, кремнием и другими неметаллами. Новый метод получения материалов с уникальными свойствами, способных работать в экстремальных условиях и создаваемых исключительно за счет «самостоянной энергетики» экзотермических реакций, стал известен под названием самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Этим методом уже сейчас получено более трехсот соединений, обладающих такими свойствами как тугоплавкость, высокие изоляционные характеристики, жаропрочность, сверхпроводимость и т. д. И именно здесь возможности активного воздействия с помощью электрических (и магнитных) полей становятся особенно актуальными.

Исходная шихта и продукты синтеза могут различаться удельным сопротивлением (вследствие отличия в температурах) и природой электрической проводимости или магнитной проницаемости (металл, полупроводник, диэлектрик). Поэтому в зависимости от того, как приложено постоянное или переменное напряжение, можно эффективно «распределять» электрическую энергию совершенно по-разному

N_i —
 N_e —



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ПЛАМЕНИ

Электроны и ионы образуются как вследствие высокой температуры процесса (термическая или равновесная ионизация), которая может быть рассчитана термодинамически с помощью хорошо известного уравнения Саха, так и в промежуточных звеньях цепных химических реакций горения (хемионизация), протекающих, как правило, по ассоциативно-диссоцииативным механизмам. Термическая ионизация (ей отвечает нижняя кривая) составляет мизерную долю от полного числа частиц. Так, при атмосферном давлении и температуре горения $T=2000$ К общее количество частиц в 1 см^3 продуктов сгорания метано-воздушной смеси $N = 10^{19} \text{ см}^{-3}$, т. е. составляет 10^{-13} долю всех частиц. Хемионизация (верхняя сплошная кривая — ионы, пунктирная — электроны) приводит к концентрации частиц, в миллионы и десятки миллионов раз превышающей равновесную. Например, в пламени смеси пропана с воздухом, горящей при атмосферном давлении, концентрация заряженных частиц достигает величины 10^{12} см^{-3} (при общей концентрации 10^{19} см^{-3} и равновесной концентрации заряженных частиц 10^6 см^{-3}).

в исходной шихте и зоне химических реакций или в расплаве. Это позволит, по-видимому, не только расширить пределы распространения СВС-процесса и, соответственно, экономить дорогостоящие исходные материалы, но и влиять на его устойчивость, управлять режимами распространения волны, сочетать процесс получения продуктов методом СВС с поверхностной закалкой токами высокой частоты и т. д.

Заметим, что СВС-процесс можно проводить и в газовой фазе — в потоке продуктов сгорания. Замена плазмотрона электрогазовыми горелками или локализованным высокочастотным электрическим разрядом приводит — при прочих равных условиях — к значительному снижению энергозатрат. Энергетикой процесса можно управлять практически безынерционно и в нужном диапазоне температур.

Еще один пример эффективного воздействия электрического поля на процессы технологического горения (но уже не по механизму джоулевой диссипации энергии) — процесс образования сажи при горении углеводородных горючих смесей. Во внешнем электрическом поле частицы сажи, образующиеся в пламени, заряжены. Значит, прикладывая различные по величине и направлению относительно фронта пламени электрические поля, можно воздействовать на все стадии процесса сажеобразования, т. е. регулировать размер и массу осаждаемых частиц, получать (либо не допускать получения) макроскопические частицы сажи, изменять их количество в пламени и т. д.

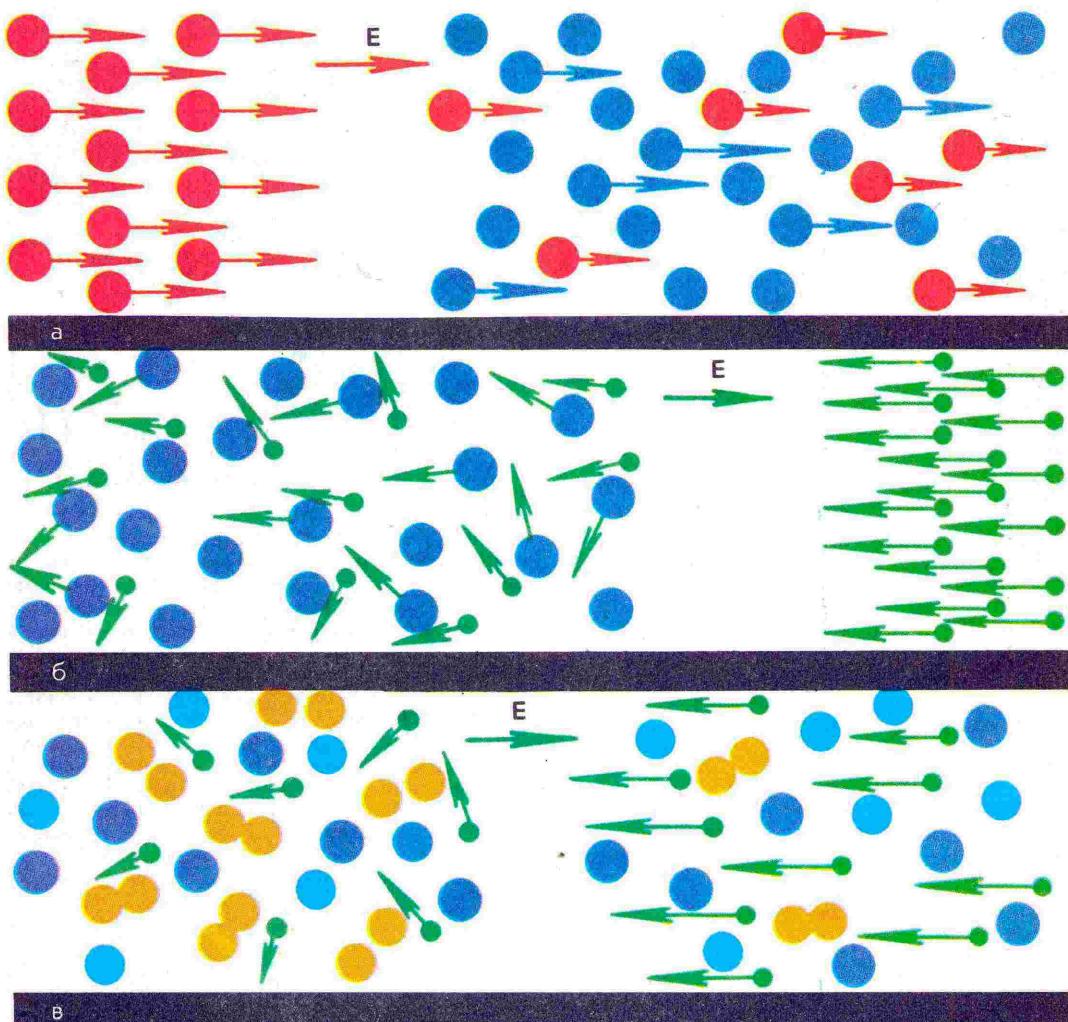
Стоит упомянуть здесь о некоторых электрофизических аспектах горения, которые обычно оказываются вне поля зрения авторов монографий и обзоров по данным проблемам. Речь идет об инициировании процесса горения различного рода разрядами. В этом случае воспламенение в условиях электрического разряда определяется не только тепловой энергией, рассеиваемой в разряде, но и высокоэнергетическими электронами, которые могут служить «искрами» — инициаторами разветвленных цепных реакций. Подобные процессы происходят также при воспламенении твердых взрывчатых веществ в случае возникновения поверхности заряда и — как следствие его — искрового разряда. Существенную роль такие процессы могут играть при

переходе горения в детонацию в аэро-дисперсных средах (например, пылеугольно-воздушная смесь).

ПЛАМЯ ПОД КОНТРОЛЕМ

Довольно успешно (хотя и не в полной мере) начинают использоваться в последнее время методы электрофизической диагностики различных стадий процесса горения. Мы уже говорили об электроакустическом источнике. Но существует ряд и других возможностей. Так, например, на отдельных промышленных агрегатах успешно действуют автоматические системы, основанные на контроле процесса ионизации при горении. Разработаны зонды, используемые в течение достаточно длительного времени в различных участках промышленных факелов и зон горения кускового топлива. Предложены конструкции зондов, которые применяются при сжигании самых различных топлив в разных режимах — вплоть до слоевого сжигания кускового топлива в технологических установках (паровой котел, доменная печь).

Для контроля металлургических технологических процессов используется также явление «электрического шума» пламени. Оно заключается в том, что на нагруженном сопротивлении возникает — без источника внешней э. д. с. — меняющееся во времени напряжение. На основе этого явления разработаны простые и надежные способы оперативного контроля. Такие «пассивные» зонды не только снижают удельные расходы топлива, но и повышают производительность агрегатов — уменьшается количество вредных выбросов в атмосферу и улучшается качество продукции. Так, например, у паровых котлов, сжигающих высокозольный экибастузский уголь, за счет оперативного контроля и стабилизации положения ядра факела в топке удалось повысить к. п. д. на 1,1 % при соответствующем уменьшении расхода топлива. Контроль и оптимизация расхода окислителя на большегрузных мартеновских печах привели к снижению удельного расхода топлива на выплавку стали более, чем на 5 %. Повысилась стойкость элементов печи, снизилось количество некондиционных плавок. Только на одной 600-тонной печи экономия составила 4,5—6 тысяч тонн условного топлива в год. Аналогичная система на нагревательных колодцах обжимного цеха дала



МЕХАНИЗМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПЛАМЯ

а) Столкновение заряженных частиц с нейтральными [количество последних значительно преобладает] приводит к их движению в соответствии с направлением вектора напряженности внешнего электрического поля — возникает явление «ионного ветра». Более тяжелые положительные ионы эффективно передают свою энергию, накопленную на длине свободного пробега в электрическом поле, нейтральным частицам, и пламя сильнее притягивается к отрицательному электроду.

б) В электрическом поле не слишком большой напряженности и не слишком высоких частот в нейтральной [квазинейтральной] плазме возникает электрический ток. Заряженные частицы разной полярности движутся в противоположных направлениях, приобретая кинетическую энергию на длине свободного пробега, которую затем теряют в столкновениях с окружающими

частицами. Столкновения такие, что движения частиц, с которыми взаимодействуют заряженные, не возникает; они остаются в среднем на одном и том же месте, но кинетическая энергия их хаотического движения растет — это так называемая джоулева диссипация энергии при прохождении электрического тока.

в) Электрическое поле непосредственно воздействует на кинетику обратимых химических реакций горения.

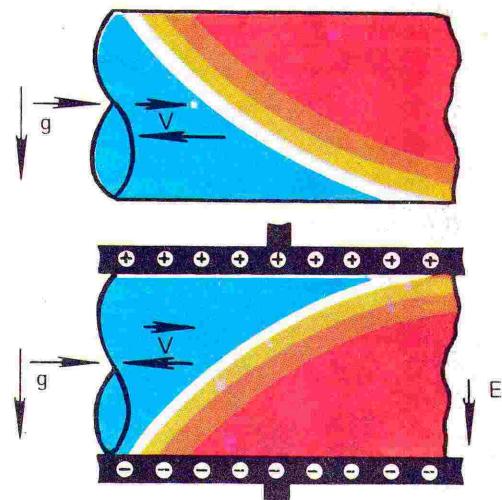
В основе кинетического механизма воздействия лежит преобразование энергии электрического поля либо в энергию возбуждения взаимодействующих частиц, либо в энергию их поляризации и т. п. Словом, энергия электрического поля идет на изменение энергетического состояния взаимодействующих частиц. Химическое равновесие сдвигается в ту или иную сторону путем увеличения скоростей прямых химических реакций и уменьшения скоростей обратных или наоборот.

экономию 10—15 % топлива. На агломерационных машинах увеличился выпуск агломерата на 0,7 % и снизился расход топлива. Сейчас внедряются системы, оперативно контролирующие скорость выгорания углерода в сталеплавильных ваннах, состав смеси различных газов и др. По-видимому, с помощью специально «организованных» электрических полей можно, управляя процессами горения, не только снизить удельный расход топлива на 10—15 %, но и резко — более чем в два раза — уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу (прежде всего — окислов азота). Обратная связь по переменной составляющей «электрического шума» позволяет интенсифицировать или подавлять процесс горения, изменять характеристики колебаний в камере сгорания и, тем самым, управлять теплообменом.

На явлении специфической электризации при нагреве, окислении и горении твердых горючих веществ (от графита до металлов) основываются новые способы контроля и управления их самовоспламенением, внедряемые сейчас в различных отраслях народного хозяйства. Широкий спектр типично электрофизических задач предоставляет проблема диагностики такого «труднодоступного» объекта, каким является внутрипластовое горение нефти — один из наиболее перспективных термических методов добычи остаточной нефти и битумов.

Словом, сегодня наблюдается общий рост «температуры» вокруг вопроса об электрофизических аспектах горения. Существует множество научных и технических задач, решение которых приведет в недалеком будущем к многоплановым и, хочется верить, положительным эффектам. Воздействие электромагнитных полей на горение требует, конечно, затрат электрической энергии, но открывающиеся возможности управлять процессом и контролировать его, замена (во многих случаях) энерго- и материалоемких «хозяйств» с лихвой окупают издержки.

Несколько лет назад журнал «Газовая промышленность» выступил инициатором дискуссии «Газ или электричество?». Можно поставить вопрос и так: «Электроэнергия или топливо?». Однозначного ответа на этот вопрос быть не может. Во-первых, потому, что выбор того или иного энергоносителя зависит от применяемой технологии; необходимо учиты-



ОБРАЩЕНИЕ ФРОНТА ПЛАМЕНИ

При обычных условиях горения — атмосферном давлении и исходной комнатной температуре горючей газовой смеси — воздействие постоянных электрических (допробойных) полей на пламя сопоставимо с действием силы тяжести. При распространении, например, ламинарного пламени вдоль горизонтального плоского канала, когда фронт пламени под действием силы тяжести вытягивается вдоль верхней стены канала, внешнее электрическое поле с расположенным внизу катодом может обратить картину: заставить распространяться пламя вдоль нижней стены. На этом действии основано такое важное техническое приложение, как повышение эффективности огнепреградителей.

вать, что самый высокопотенциальный вид энергии (электрическая) должен использоваться тогда, когда именно этот вид энергии непосредственно влияет на технологический процесс, на качество выпускаемой продукции и т. д. Во-вторых, потому, что различные регионы страны обладают различной (в том числе и качественно) энергообеспеченностью.

Во всяком случае ясно одно — технические устройства, основанные на комбинированном использовании топлива и электроэнергии (не только воздействие электромагнитных полей на процесс горения, но и плазмотронная техника, дуговой и индуцированный нагрев теплоносителя и др.) открывают принципиально новые возможности для улучшения качества продукции, использования низкосортного сырья, повышения технологичности производства и т. д. Тем самым, не «или — или», а «и — и».

ИНФОРМАЦИЯ

ФРАНКО-ИТАЛЬЯНСКАЯ НОВИНКА

Фирма «Фиат-авто» совместно с фирмой «Пежо» разработала четырехцилиндровый двигатель внутреннего горения «Fire—1000» с объемом цилиндров 1000 см³. Число деталей в нем уменьшено на треть, а расход топлива снижен на 15%.

Отказавшись от принципиально новых технических решений, конструкторы усовершенствовали узлы двигателя. Вес его составляет 69 кг (выпускаемый сейчас двигатель с объемом цилиндров 903 см³ весит 78 кг). За счет уменьшения числа деталей вес чугунного блока цилиндров удалось снизить с 24 до 18 кг, хотя для коленчатого вала предусмотрено пять коренных подшипников, а не три, как в прежней конструкции.

Двигатель развивает максимальную мощность при относительно низком числе оборотов — 5000 об/мин, максимальный крутящий момент составляет 8,2 кгм при 2750 об/мин, а степень сжатия 9,8:1.

Применено бесконтактное электронное зажигание, топливный насос приводится в действие непосредственно от распределительного вала, а масляный насос — от коленчатого вала без традиционного промежуточного привода. Благодаря этому уменьшается трение.

На новом заводе, строительство которого обошлось в 336 млн. долл., ежедневно будет изготавливаться 2,5 тыс. таких двигателей.

«Financial Times»,

24.09.1984

ОТ ТУРКУ ДО ХАРЬЯВАЛТА

В конце 1984 года министерство экологии Финляндии опубликовало перечень городов, в атмосферном воздухе которых, согласно среднегодовому, среднесуточному и среднечасовому данным метеорологического института, содержится наибольшее количество сернистого ангидрида. В списке города Турку, Тампере, Валкеакоски, Нокия и Харьявалта.

Правда, при этом подчеркивается, что ни в одном из перечисленных городов уровень загрязненности не превышает максимально допустимых международных норм.

В настоящее время максимальное годовое содержание сернистого ангидрида в атмосферном воздухе по стране составляет 40 мкг/м³, что не превышает допустимую норму в 70 мкг/м³ (ранее установленную медицинским управлением). Максимальный среднегодовой уровень загрязненности составляет 500 мкг/м³, хотя временами содержание SO₂ в атмосферном воздухе и достигает 1000—2000 мкг/м³.

«Helsingin Sanomat»,
14.11.1984

ЖЕНЩИНЫ — ПРОТИВ

Лига женщин-избирателей (Вашингтон, округ Колумбия) выступает против предлагаемого автомобильной промышленностью США смягчения норм на выбросы автомобильными двигателями загрязняющих воздух веществ. В докладе, выпущенном Лигой, указывается, что если будут одобрены предложения автомобильных магнатов, увеличатся выбросы углеводородов, участвующих в образовании смога, окиси углерода и окислов азота. Это, в свою очередь, усугубит проблему загрязнения атмосферного воздуха в городских районах, где не соблюдаются даже действующие нормы.

«Environmental Science & Technology»,
1984, v. 18, № 9

БЕНЗИН БЕЗ СВИНЦА?

В ФРГ в настоящее время функционируют 112 бензоzapравочных станций, в которых отпускают бензин без добавок свинца. Вскоре открываются еще 12 таких станций. Все они равномерно распределены по территории страны. 2/3 из них принадлежат частным фирмам, а 38 — коммунальным предприятиям или государственным организациям, где частным лицам бензин не продают.

«Frankfurter
Algemeine Zeitung»,
12.12.1984

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

Доктор технических наук
Т. Х. МАРГУЛОВА

Основную долю электроэнергии, как известно, вырабатывают на электростанциях трех типов — тепловых, на органическом топливе (ТЭС), гидравлических (ГЭС) и на атомных (АЭС), использующих внутриядерную энергию деления уранового топлива. В решениях XXVI съезда КПСС и в Энергетической программе СССР предусмотрено опережающее развитие атомной энергетики.

Если рассмотреть данные табл. 1, то можно прийти к заключению о непрерывном, планомерном росте выработки электроэнергии и что годовая выработка, планируемая на 1985 г. (1550 млрд. кВт · ч) будет выполнена. Большая часть производимой электроэнергии приходится на долю ТЭС, но с течением времени вклад

ее уменьшается. Так, если в 1976 году ТЭС вырабатывали 85 % электроэнергии, то в конце прошлой пятилетки доля ТЭС составила 80 % и продолжает снижаться. Происходит это, в основном, из-за интенсивного развития атомной энергетики. Что же касается ГЭС, то их доля в выработке электроэнергии в прошлой пятилетке возрастила, теперь же она имеет тенденцию к уменьшению.

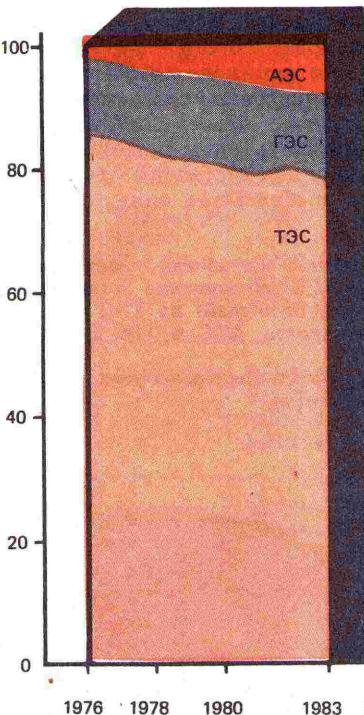
В чем же дело? Ведь мощности и выработка электроэнергии на ТЭС все время возрастают? Основное развитие электроэнергетики должно происходить в европейской части страны, где добыча угля сейчас уже недостаточна, чтобы обеспечить топливом даже действующие ТЭС (приходится для некоторых ТЭС Донбасса

Таблица 1
ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СССР
НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

Годы	Общая выработка, млрд. кВт · ч	В том числе					
		ТЭС		ГЭС		АЭС	
		млрд. кВт · ч	%	млрд. кВт · ч	%	млрд. кВт · ч	%
1976	1111,4	949,3	85,5	135,7	12,2	26,4	2,3
1977	1150,1	968,3	84,2	147,0	12,8	34,8	3,0
1978	1201,9	987,4	82,2	169,7	14,1	44,8	3,7
1979	1238,2	1011,4	81,7	172,0	13,0	54,8	4,4
1980	1294,5	1037,7	80,2	183,9	14,2	72,9	5,6
1981	1324,0	1053,7	79,4	186,7	14,0	85,6	6,4
1982	1366,0	1096,2	80,2	174,7	12,8	96,2	7,0
1983	1418,1	1127,9	79,6	180,4	12,7	109,8	7,7

Выработка электроэнергии (%)

а)



Установленная мощность (%)

б)

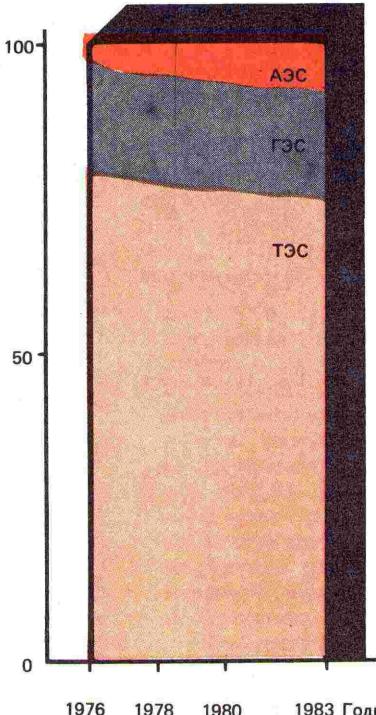


Рис. 1.
Соотношение (в %)
выработки
электроэнергии
(а) и доли
установленной
мощности (б)
по типам
электростанций

доставлять кузнецкий уголь). Что же касается жидкого топлива, то его потребление в энергетике необходимо всемерно сокращать и использовать нефть в качестве сырья химической промышленности. А использование природного газа для сжигания на ТЭС ограничивается существующей системой газопроводов, поэтому дальнейшее развитие ТЭС произойдет преимущественно в Сибири и Казахстане — на основе Канско-Ачинского и Экибастузского угольных месторождений.

В состоянии ли решить эту задачу гидроэнергетика? Энергетические гидроресурсы европейской части страны используются уже полностью, дальнейшее развитие гидроэнергетики происходит в Сибири. Электроэнергия сибирских ГЭС в определенных количествах передается по линиям электропередачи в европейскую часть СССР. Но это сопровождается большими потерями электроэнергии (около 10%). Вот главная причина, почему нет возможности наращивать электроэнергетику для европейской части страны, развивая ГЭС в Сибири.

Кроме того, для ГЭС характерны неко-

торые особенности. Прежде всего объясним, почему доля мощности ГЭС больше, чем доля участия их в выработке электроэнергии. Дело в том, что полная мощность ГЭС может быть использована только в наиболее «водные» годы. Мощности ГЭС составляют более 19 % (в основном, 19,6 %) от общей мощности электростанций, а максимальная доля выработки равна 14,2 %. Интересно, что в текущей пятилетке при сохранении примерно той же доли по мощности, доля выработки электроэнергии на ГЭС существенно снизилась. Это особенно относится к маловодному 1982 году.

Совсем иное положение у атомной энергетики. Участие АЭС в развитии установленной мощности и в выработке электроэнергии непрерывно увеличивается, причем выработка растет интенсивнее, чем установленная мощность. Это означает, что эксплуатация АЭС все время совершенствуется.

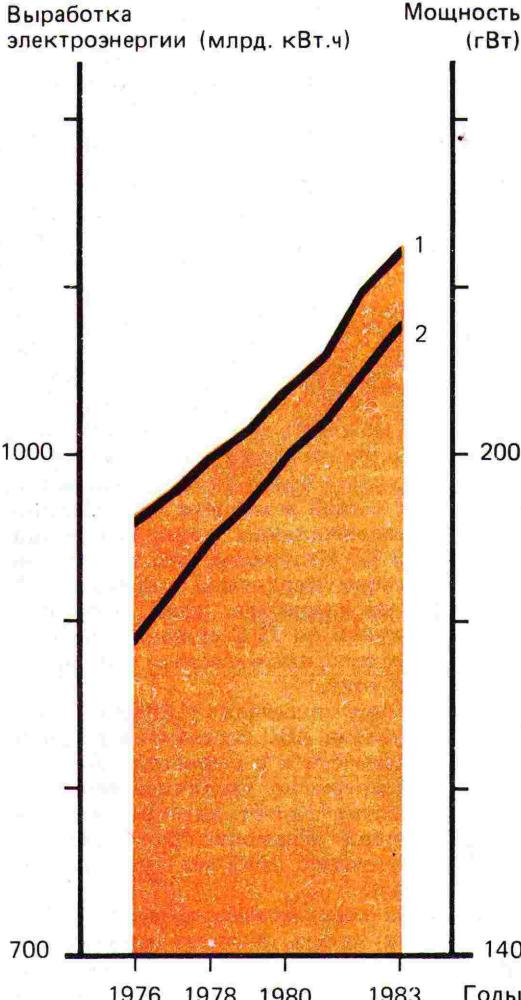
Атомные электростанции могут располагаться в любом регионе страны, так как перевозки ядерного топлива мало загружают транспорт. Поэтому АЭС в

состоянии обеспечить требуемое развитие электроэнергетики в европейской части СССР.

Как видно из табл. 1 и из рис. 1 и 3, в СССР происходит планомерное непрерывное наращивание общей мощности и выработка электроэнергии на АЭС.

Одновременно СССР оказывает большое содействие странам социалистического содружества в сооружении АЭС, создаются двухконтурные АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами (ВВЭР), в которых и теплоносителем, и замедлителем является обычная вода.

Рис. 2.
Выработка электроэнергии на ТЭС (1) и рост мощностей ТЭС (2)



Значительному распространению АЭС, как говорилось выше, способствует прежде всего весьма малый объем перевозок «топлива», благодаря его высокому энерговыделению. Но немаловажным преимуществом АЭС является и исключительная чистота воздушного бассейна. Тепловые электростанции на твердом органическом топливе в наибольшей степени загрязняют атмосферу, выбрасывая золу, нанося-

Рис. 3. Соотношение выработки электроэнергии (% от общей) и соотношение установленной мощности (% от общей) на ГЭС и АЭС.
1,4 — доли мощности АЭС и ГЭС (соответственно)
2,3 — доли выработки электроэнергии на АЭС и ГЭС (соответственно)

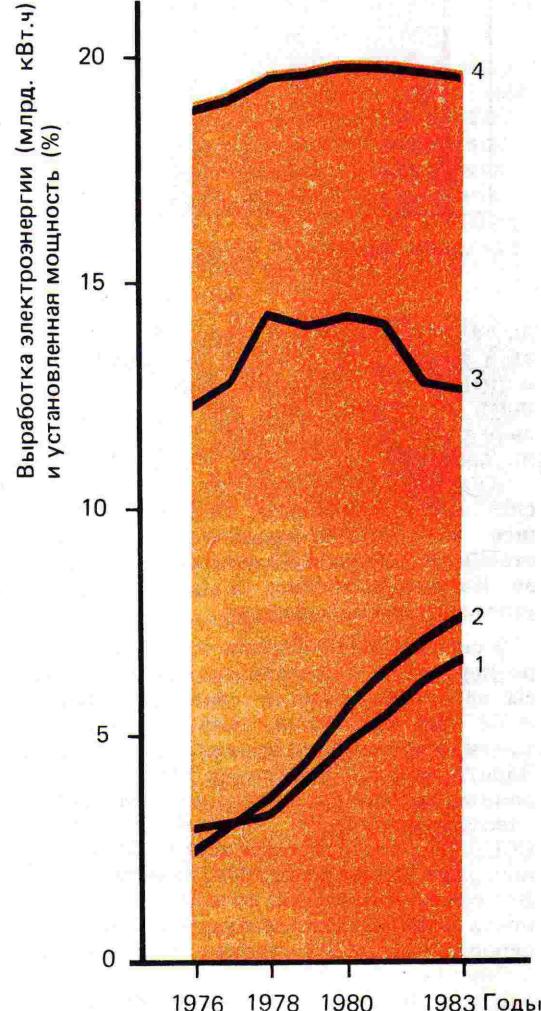


Таблица 2.
ДЕЙСТВУЮЩИЕ АЭС
СТРАН — ЧЛЕНОВ СЭВ,
СООРУЖЕННЫЕ ПРИ СОДЕЙСТВИИ СССР

Страны	Наименование АЭС	Тип реактора	№ № блоков	Мощность блоков, МВт	Общая мощность МВт
ГДР	Рейнсберг Бруно Лейшнер	ВВЭР-70	1	70	1830
		ВВЭР-440	1	440	
		ВВЭР-440	2	440	
		ВВЭР-440	3	440	
		ВВЭР-440	4	440	
НРБ	Козлодуй	ВВЭР-440	1	440	1760
		ВВЭР-440	2	440	
		ВВЭР-440	3	440	
		ВВЭР-440	4	440	
ЧССР	Богунице	ВВЭР-440	1	440	1320
		ВВЭР-440	2	440	
		ВВЭР-440	3	440	
ВНР	Пакш	ВВЭР-440	1	440	880
		ВВЭР-440	2	440	
Итого				5790	

щую непосредственный вред окружающей среде и содержащую некоторые долгоживущие радиоактивные изотопы, например, изотопы радия. Кроме того, в золе многих твердых топлив содержится уран. Это, в частности, относится к золе сланцев, в которой содержание урана колеблется от 10 г на тонну сланца (их можно сжигать) до 270 г на тонну сланца (из таких сланцев, добываемых в Швеции, можно извлекать уран для атомных электростанций, что и делается).

Надо сказать, что представление о вреде радиации, все еще бытующее у части населения, носит характер предубеждения. А ведь в определенных дозах радиоактивность даже полезна. Давно и широко известны полезные воздействия радионовых ванн и грязелечения, в которых используется процесс естественного распада урана и его соединений. Морские и океанские воды содержат урановые соединения, но все убеждены в пользе морских купаний. В последние годы радиоактивные излучения стали широко применяться в сельском хозяйстве, пищевой промышленности, в металлургии и в других областях народного хозяйства. Все это означает, что ионизирующие излучения являются врагами человека только в том случае, если они используются с превышением предельно допустимых доз (ПДД). Соответствующие нормы существуют как государственные, так и межгосударственные, принятые Международным агентством по использованию атомной энергии (МАГАТЭ), и строго соблюдаются.

Обеспечение радиационной безопасности как персонала АЭС, так и окружающего населения является непреложным и главным требованием при проектировании, сооружении и эксплуатации АЭС. Непрерывно ведущиеся наблюдения за радиационным фоном на территории станции и в пятикилометровой зоне за ее пределами, а также за расположенными вблизи АЭС водоемами свидетельствуют о полной безопасности атомной энергетики.

Человечество не случайно идет по пути развития атомной энергетики. Это стало неизбежностью и основой увеличения энергетического потенциала не только развитых, но и развивающихся стран.

ПОЛФУНТА СТЕРЛИНГОВ ЗА ГАЛЛОН

В Англии сконструирована установка для получения дизельного топлива из отработавшего масла. 12-вольтовая аккумуляторная батарея агрегата, рассчитанная на большие перегрузки,

питает двигатель насоса, прокачивающего масло через сменные кассетные фильтры, причем цикл переработки масла, дающий 45 галлонов топлива (1 галл \approx 3,7 л), длится 30 мин., а емкости батареи без подзарядки хватает на пять циклов.

Цена получаемого дизель-

ного топлива складывается из стоимости отработавшего масла и стоимости керосина, которым масло разбавляется до необходимой вязкости, и составляет 25—48 пенсов за галлон.

«Financial Times»,
30.08.1984

В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЛНЕЧНОГО КИЛОВАТТА



Доктор технических наук
Р. Б. АХМЕДОВ

Сегодня во всем мире работы по использованию Солнца развиваются по многим направлениям. Прежде всего разрабатывается так называемая малая энергетика, включающая в основном отопление зданий и горячее водоснабжение. Но уже сделаны серьезные шаги и в области крупномасштабной энергетики — создаются солнечные электростанции на основе фотопреобразования и термопреобразования. Мы расскажем о проблемах и перспективах станций второго направления.

ОТ АРХИМЕДА ДО ИНЖЕНЕРА ГАРИНА

Солнце посыпает в направлении Земли мощнейший поток лучистой энергии. Даже если учесть, что $2/3$ ее отражается и рассеивается атмосферой, все равно земная поверхность получает за 12 месяцев 10^{18} кВт · ч энергии, что в 20 000 раз больше, чем ее потребляют в мире за год. И естественно, что использование этого неисчерпаемого источника энергии в практических целях всегда выглядело очень заманчиво. Однако время шло, человек в поисках энергии создал тепловую машину, перекрыл реки, расщепил атом, а Солнце продолжало ждать своего часа.

Почему же так сложно овладеть его энергией? Во-первых, интенсивность солнечного излучения меняется в течение суток, что крайне неудобно для потребления. Значит, солнечная станция должна иметь аккумулирующую установку или работать совместно с другими источниками. Но это еще не самый большой недостаток. Куда хуже, что плотность солнечного излучения на поверхности Земли очень низка. Так в южных районах СССР она составляет всего $900-1000$ Вт/ m^2 .

Этого достаточно лишь для нагрева воды в простейших коллекторах до температур не более $80-90$ °C. Она пригодна для горячего водоснабжения и отчасти для теплоснабжения, но отнюдь не для получения электроэнергии. Здесь нужны куда более высокие температуры.

Чтобы повысить плотность потока, надо собрать его с большой площади и превратить из рассеянного в концентрированный. Способы концентрации солнечной энергии были известны еще в глубокой древности. Сохранилась легенда о том, как великий Архимед с помощью вогнутых полированных медных зеркал

сжег римский флот, осаждавший в III веке до н. э. Сиракузы. И хотя эта легенда не подтверждена историческими документами, сама возможность нагрева в фокусе параболического зеркала любого вещества до температур $3500-4000$ °C — факт бесспорный.

Попытки использовать параболические зеркала для получения полезной энергии начались во второй половине прошлого века. Особенно интенсивные работы велись в США, Англии и Франции. Огромное впечатление на современников произвела солнечная силовая установка А. Муршо, демонстрировавшаяся на Всемирной промышленной выставке в Париже в 1882 году.

В 1912 году близ Каира была построена первая солнечная силовая установка мощностью 45 кВт с параболо-цилиндрическими концентраторами общей площадью $1200\ m^2$. В фокусе каждого зеркала размещались трубы. На их поверхности и концентрировались солнечные лучи. Вода в трубах превращалась в пар, который собирался в общем коллекторе и подводился к паровой машине.

Вообще надо отметить, что это был период, когда вера в фантастическую мощь фокусирующих зеркал завладела многими умами. Своебразным свидетельством этих надежд стал роман А. Толстого «Гиперболоид инженера Гарина». И действительно, в ряде производств такие зеркала получили широкое распространение. На этом принципе во многих странах построили печи для выплавки особо чистых тугоплавких материалов. Скажем, во Франции действует крупнейшая в мире печь мощностью 1 МВт.

А что же с установками для получения электрической энергии? Здесь ученые столкнулись с рядом трудностей. Прежде всего стоимость фокусирующих систем со сложными зеркальными поверхностями оказалась очень высокой. Причем с увеличением размеров зеркал затраты растут в геометрической прогрессии. Кроме того, создать зеркало площадью $500-600\ m^2$ технически непросто, да и мощность с него можно получить не более 50 кВт. Понятно, что в этих условиях единичная мощность солнечного приемника существенно ограничена.

В последние годы предлагаются оригинальные конструкции концентраторов. Например, гибкой пленке с зеркальным покрытием можно придать параболиче-

скую форму с помощью вакуума. Конечно, такие концентраторы будут намного дешевле. Но возникает другая проблема: пленка концентраторов диаметром более 15—20 м вряд ли выдержит сильные ветровые нагрузки. Значит, единичная мощность приемника вновь получается ограниченной.

И еще одно важное соображение о системах с криволинейными зеркалами. В принципе из отдельных модулей можно собрать достаточно крупные системы. Подобные электростанции уже созданы в Австрии мощностью 300 кВт, в Испании — 500 кВт и Японии — 1000 кВт. Однако в их работе есть серьезный недостаток — сложность сбора энергии. Ведь в фокусе каждого зеркала установлен свой парогенератор, причем все они расположены на большой площади. Значит, пар надо собирать от множества солнечных приемников, что очень усложняет и удорожает станцию.

«КОТЕЛ» НА БАШНЕ

Еще в предвоенные годы инженером Н. В. Линицким была выдвинута идея СЭС с центральным солнечным приемником, размещенным на высокой башне. Уже после Великой Отечественной войны ученые Государственного научно-исследовательского энергетического института (ЭНИИ) им. Г. М. Кржижановского Р. Р. Апариси, В. А. Баум и Б. А. Гарф разработали научную концепцию создания такой станции. Они предложили отказаться от сложных дорогих криволинейных зеркал, заменив их простейшими плоскими гелиостатами.

Принцип работы СЭС башенного типа достаточно прост. Солнечные лучи, отражаясь от множества гелиостатов, направляются на поверхность центрального приемника — солнечного парогенератора, размещенного на башне. В соответствии с положением Солнца на небосводе автоматически меняется и ориентация гелиостатов. В результате, в течение всего светового дня концентрированный поток отраженных от сотен зеркал солнечных лучей обогревает парогенератор.

Такое решение оказалось столь же простым, сколь и оригинальным. Но самое главное заключалось в том, что появилась принципиальная возможность создать крупные СЭС единичной мощностью в сотни тысяч кВт.

Советская концепция СЭС башенного

типа получила мировое признание. Только с 1977 по 1983 годы такие станции мощностью от 0,25 до 10 МВт построены в США, Франции, Испании, Италии и Японии. Сейчас в Крыму завершается сооружение первой в СССР экспериментальной солнечной электростанции башенного типа мощностью 5 МВт (СЭС-5).

На солнечный круговой парогенератор, размещенный на башне высотой 70 м, будут направлены лучи от 1600 плоских квадратных зеркальных гелиостатов площадью по 25 м². Они размещены в 20 концентрических кольцах с внутренним радиусом 150 м, внешним — 213 м и оборудованы системами автоматического слежения за положением Солнца на небосводе.

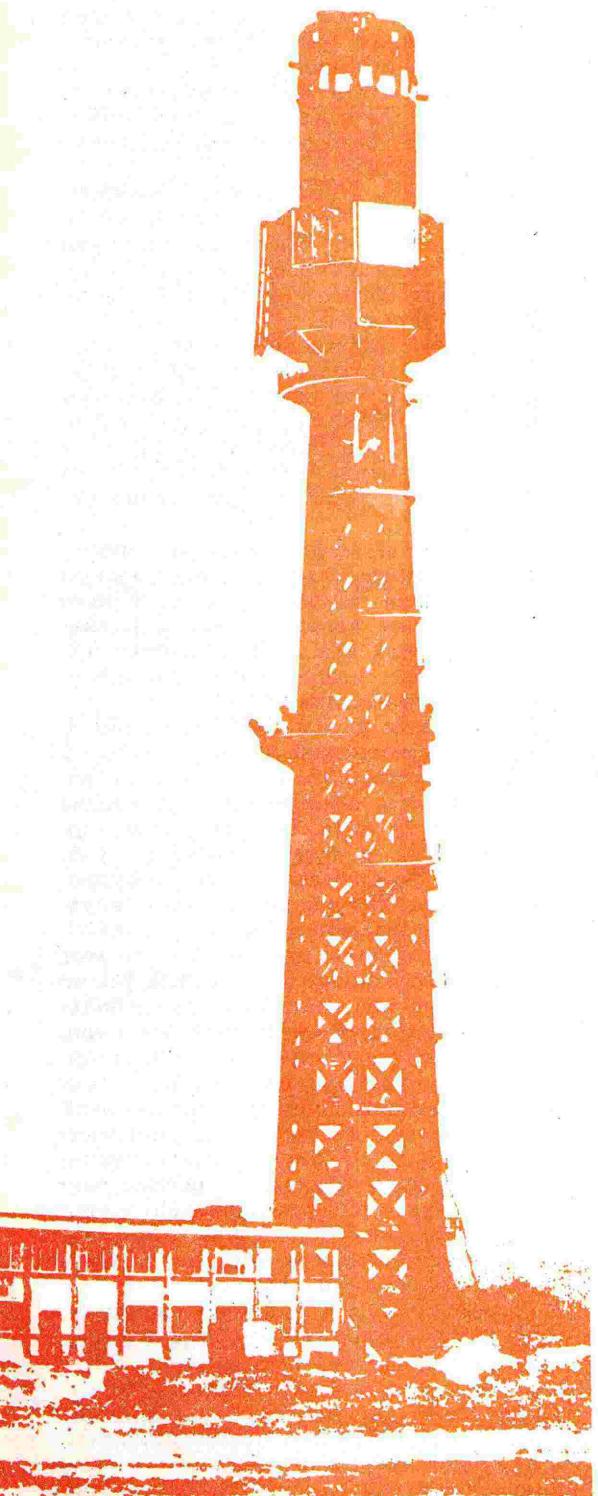
Плотность сконцентрированного потока достигает на поверхности приемника 130 кВт/м², что почти в 1000 раз больше естественного солнечного излучения. В парогенераторе предполагается вырабатывать 28 т/ч насыщенного пара при давлении 4 МПа и температуре 250 °С. На станции предусмотрена система аккумулирования тепла, которая должна питать турбину ночью и в пасмурную погоду.

СЭС-5 будет работать 1920 часов в год, выдавая 5,8 млн. кВт·ч электрической энергии и обеспечивая экономию более 2000 т условного топлива. Но не в этом главное назначение СЭС-5. Данная станция прежде всего экспериментальный объект, на котором предполагается выполнить комплекс научных исследований и накопить необходимую информацию для сооружения в будущем крупных промышленных электростанций мощностью в сотни МВт.

ВЕСОМЫ ЛИ ЭТИ АРГУМЕНТЫ?

Конечно, солнечные электростанции — дело новое и сложное, и, естественно, что у них достаточно противников. Многие сомнения, высказываемые ими, имеют довольно веские основания, с другими же вряд ли можно согласиться.

Например, часто говорится о том, что для сооружения СЭС необходимы большие земельные площади. Казалось бы, верно. Удельная площадь для СЭС-5 составляет примерно 3 га/МВт, в то время как для ТЭС этот показатель существенно ниже. Однако нельзя сбрасывать со счетов площади, где добывается топливо. Так, при шахтной разработке угольного



топлива для ТЭС суммарная удельная площадь составляет 0,7 га/МВт, а при открытой — уже 3,3 га/МВт.

Можно привести и другой более убедительный пример в пользу СЭС. В нашей стране удельная площадь земель, затопленных искусственными водохранилищами ГЭС, равна 169 га/МВт, что почти в 57 раз больше показателей СЭС—5. Причем, при сооружении ГЭС нередко затапливаются весьма ценные плодородные угодья, а СЭС предполагается строить в пустынных районах — на землях, не пригодных ни для земледелия, ни для сооружения промышленных объектов.

Еще один повод для критики СЭС — их высокая материалоемкость. Высказывается даже сомнение, сможет ли СЭС возвратить за расчетный срок эксплуатации ту энергию, которая была затрачена на изготовление оборудования и получение материалов, израсходованных на ее строительство. Если это верно, то сооружение СЭС теряет всякий смысл.

Действительно, солнечные электростанции материалоемки. Так, например, на СЭС—5 удельные затраты металла только на создание оптической системы достигают 580 кг/кВт, стекла — 120 кг/кВт, бетона — 2890 кг/кВт.

Мы подсчитали, что, учитывая все технологические переделы, энергоемкость всех материалов, затраченных на сооружение оптической части СЭС—5, эквивалентна примерно 9850 тут. С другой стороны, за счет замещения органического топлива СЭС—5 будет обеспечивать ежегодную экономию не менее 2000 тут. Следовательно, энергия, затраченная на создание оптической системы, будетозвращена менее чем за 5 лет эксплуатации. А в последующем СЭС будет вырабатывать избыточную энергию. Так как цена природных топливно-энергетических ресурсов постоянно растет, то СЭС всегда будет возвращать более ценную энергию, чем та, которая была затрачена в прошлом на ее сооружение. При этом СЭС, в отличие от обычных ТЭС, в течение всего периода эксплуатации не нуждается в органическом топливе. А это обстоятельство часто упускают из вида.

На этой башне соберется множество солнечных зайчиков

Существенно, что практически все материалы, из которых строится СЭС, не являются дефицитными.

ВОКРУГ СТОИМОСТИ

Главный недостаток уже построенных первых экспериментальных СЭС — их высокая стоимость. Например, удельные затраты на сооружение СЭС мощностью 10 МВт в Барстоу (США) составили 14,1 тыс. долл./кВт. Не является в этом отношении исключением и СЭС—5, удельные затраты на которой достигнут 6000 руб./кВт, а приведенные затраты примерно 70 коп./кВт·ч.

Для того, чтобы СЭС успешно конкурировали с ТЭС или АЭС, эти показатели должны быть снижены во много раз. Таким образом, солнечной энергетике предстоит преодолеть очень трудный барьер — экономический.

Не следует думать, что высокие удельные затраты на сооружение первых экспериментальных СЭС явились неожиданностью. Такие показатели были заложены уже в проектах. Опыт свидетельствует, что первые, тем более уникальные сооружения и установки, всегда обходятся значительно дороже, чем при последующем переходе на их серийное производство. И, скажем, затраты на создание первой в мире атомной электростанции (АЭС) мощностью 5 МВт, вступившей в строй в СССР в 1954 году, были намного выше, чем на строительство аналогичной по мощности СЭС—5. Кроме того, удельные затраты значительно снижаются по мере увеличения единичной мощности солнечных станций.

Но это, так сказать, общие положения, касающиеся экономики практически любого энергетического объекта. А теперь поговорим о конкретных возможностях увеличения эффективности СЭС.

Начнем с гелиостатов, стоимость которых пока составляет около 60 % от общих затрат на строительство СЭС. Такое положение объясняется тем, что не наложен их серийный выпуск. Надо отметить, что в последние годы их цена снижается. Например, если в 1976 году в США она составляла 940 долл./м², то в 1981 уже 492 долл./м². Сейчас в Калифорнии сооружается завод по выпуску крупных партий гелиостатов, стоимость которых составит по оценкам 62,5 долл./м².

Есть резервы, чтобы поднять к. п. д. гелиостата. Так установленные на СЭС—5

зеркала имеют коэффициент отражения 0,7. Современная технология изготовления позволяет увеличить его в 1,2—1,3 раза. Повысить эффективность станции можно, если гелиостаты располагать не по кругу, а в секторе, преимущественно в северной части.

Важную роль в повышении эффективности СЭС может сыграть и совершенствование солнечной теплоэнергетической установки, экономичность которой зависит главным образом от к. п. д. паротурбинной установки.

На СЭС—5 применен открытый круговой солнечный парогенератор, поверхности которого, что называется, открыты всем ветрам. Поэтому при пониженных температурах окружающего воздуха и больших скоростях ветра резко растут конвективные потери и существенно падает к. п. д.

Гораздо более эффективны приемники полостного типа. Здесь все поверхности парогенератора закрыты, за счет чего резко снижены конвективные и радиационные потери, а к. п. д. достигает 0,9, что в 1,2 раза выше, чем у кругового солнечного приемника.

Из-за низких параметров пара (250 °C и 4 МПа) термический к. п. д. СЭС—5 составляет всего 0,32. А ведь совсем несложно поднять температуру и давление до 560 °C и 24 МПа. В этом случае термический к. п. д. будет уже 0,44—0,45.

На СЭС—5 применена реконструированная паровая турбина ПТ—6 с внутренним относительным к. п. д. 0,736. У современных более мощных турбин этот показатель составляет не менее 0,9. Кроме того, на солнечной станции можно использовать и промежуточный перегрев пара, позволяющий повысить к. п. д. теплоэнергетической установки на 5—6 %, а также регенеративный подогрев питательной воды, позволяющий увеличить экономичность на 10—11 %. Как показывают наши расчеты, только благодаря рассмотренным выше факторам удельное количество электрической энергии, получаемой с единицы зеркальной поверхности, может быть увеличено в 5,5—6,5 раза.

Еще один резерв повышения эффективности СЭС — создание гибридной станции, в которой солнечная установка будет работать совместно с обычной тепловой на традиционном топливе. Принципиально важно, что это не механическое объединение двух станций. В такой комбинированной СТЭС лишь производство

пара будет вестись раздельно — в солнечном парогенераторе и топливном котле — а все остальное оборудование будет общим. Поэтому по сравнению с раздельным производством электроэнергии солнечной и тепловой станциями на СТЭС уменьшаются удельные затраты и сокращаются площади, необходимые для размещения оборудования.

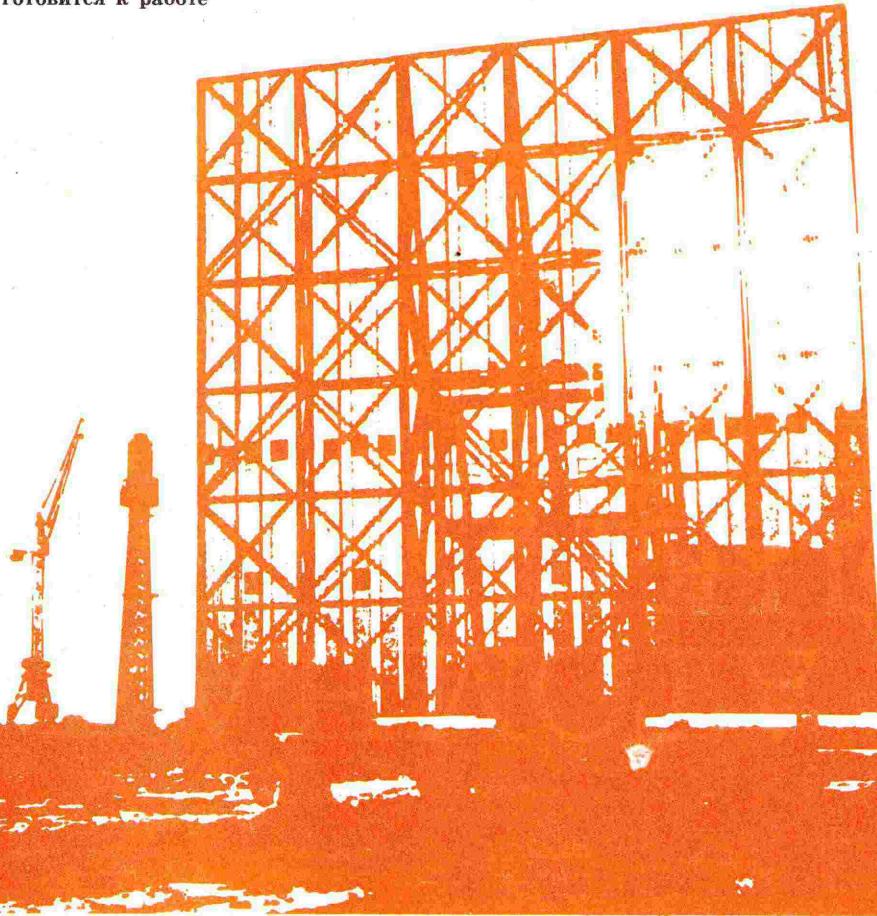
На комбинированной станции в часы интенсивного солнечного излучения топливная установка снижает свою мощность, а «разгоняется» в пасмурную погоду и в период пиковых нагрузок. Это позволяет довести общее число часов работы до 6000—7000 вместо 2000—3000 на СЭС. При этом коэффициент использования установленной мощности может достигать 0,7—0,8, в то время как на СЭС — он составляет лишь 0,22. Для

сравнения укажем, что на ТЭС и АЭС он составляет 0,5—0,6, а на ГЭС — 0,3—0,4. Причем, что особенно важно, СТЭС может эффективно работать в переменном графике нагрузок.

Сейчас с учетом всех этих соображений разрабатываются технико-экономические обоснования на строительство в Узбекистане комбинированной СТЭС мощностью 300 МВт, в которой мощность солнечной части достигнет 80 МВт. По проектным данным удельные капитальные вложения в различных вариантах СТЭС могут быть сокращены до 470—790 руб./кВт, а приведенные затраты до 1,93 коп./кВт · ч, что по сравнению с соответствующими показателями СЭС — 5 меньше в 10 и 35 раз.

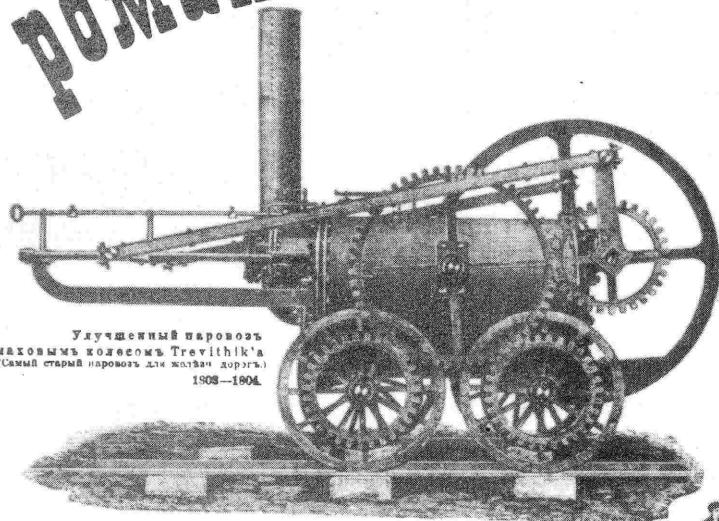
Эти цифры свидетельствуют о том, что у крупномасштабной солнечной энергетики есть определенные перспективы.

Гелиостат готовится к работе

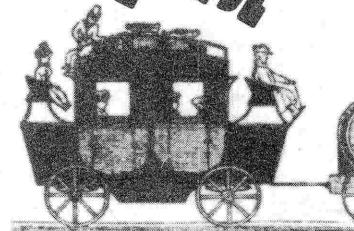


ПАРОВОЗ

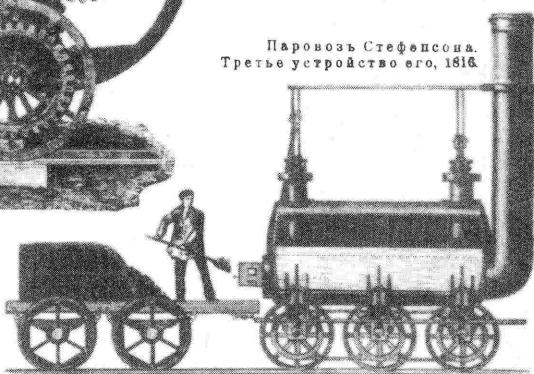
романтическая история



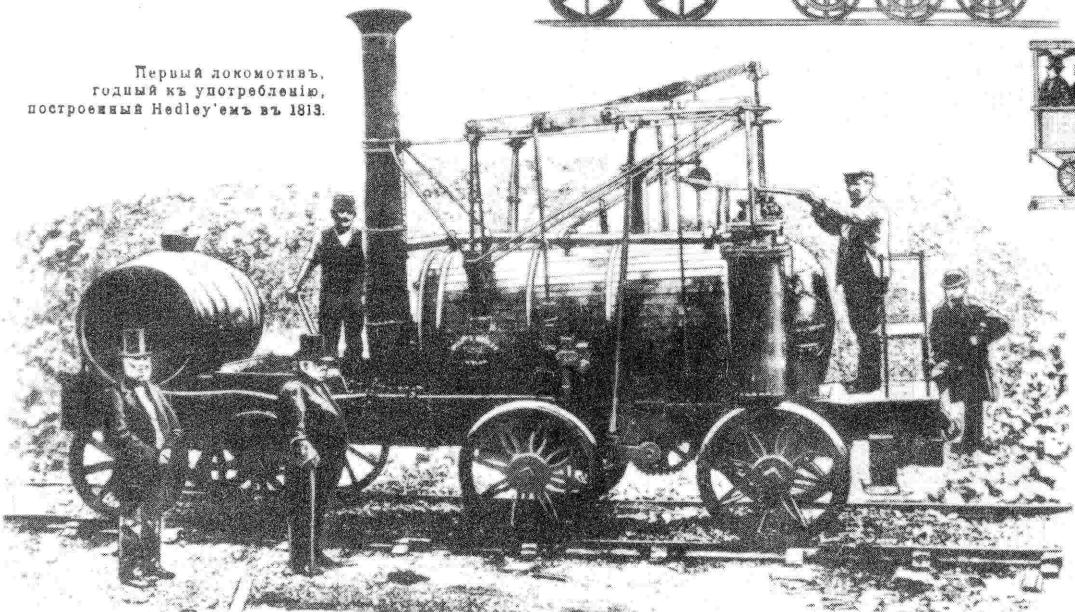
Улучшенный паровозъ
съ маховыемъ колесомъ Trevithick'a
(Самый старый паровозъ для желѣзной дороги.)
1808—1804.



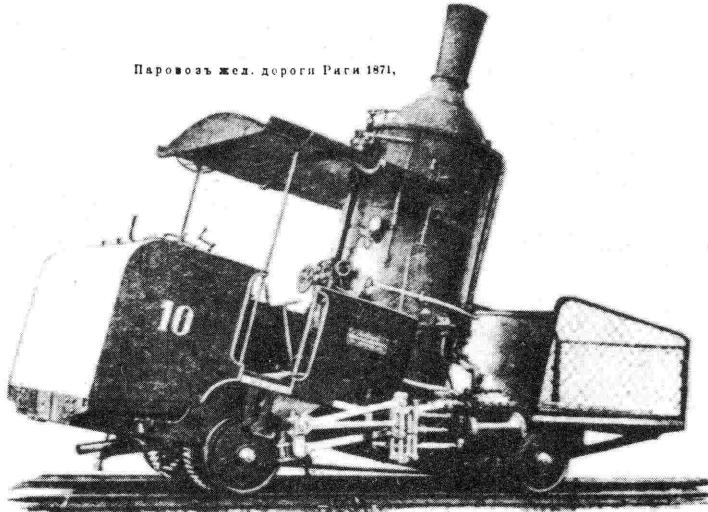
Паровозъ Стефенсона.
Третье устройство его, 1816.



Первый локомотивъ,
годный къ употреблению,
построенный Hedley'емъ въ 1813.



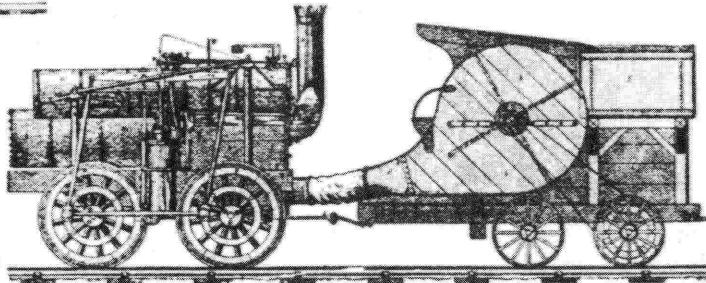
Паровозъ ж.д. дороги Риги 1871,



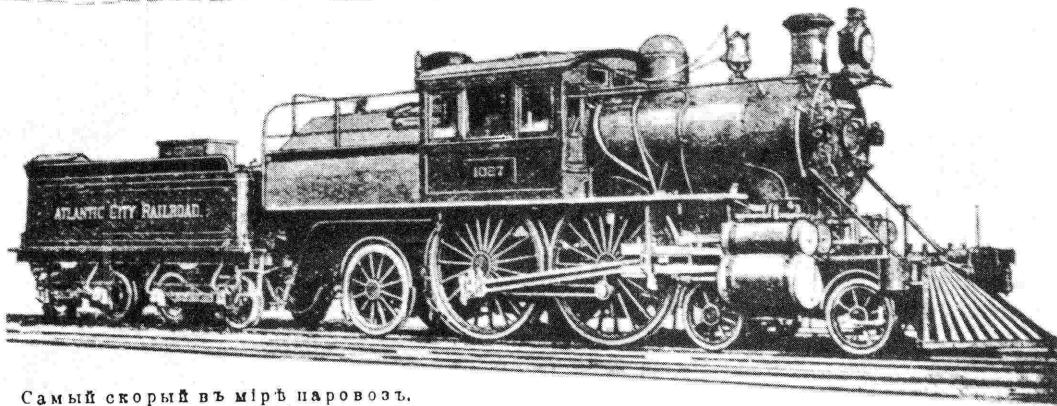
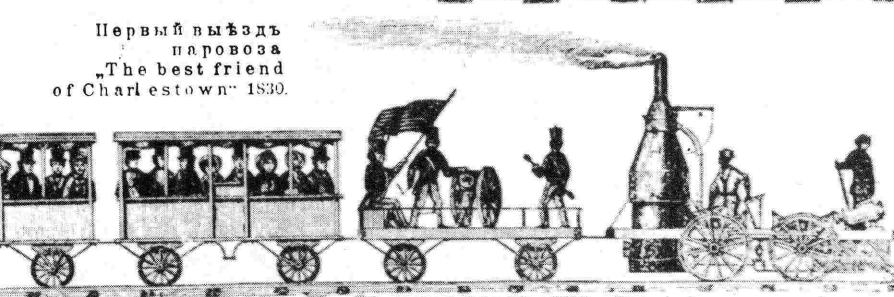
Зубчатая желѣз. дорога
Blenkinsop'a 1812.



Самый старинный паровозъ
Seguin'a съ трубчатымъ
паровымъ котломъ
и воздуходувнымъ
аппаратомъ 1829—30



Первый выѣздъ
паровоза
„The best friend
of Charlestown“ 1830.



Самый скорый въ мірѣ паровозъ.



Недавно русскому паровозу исполнилось 150 лет.

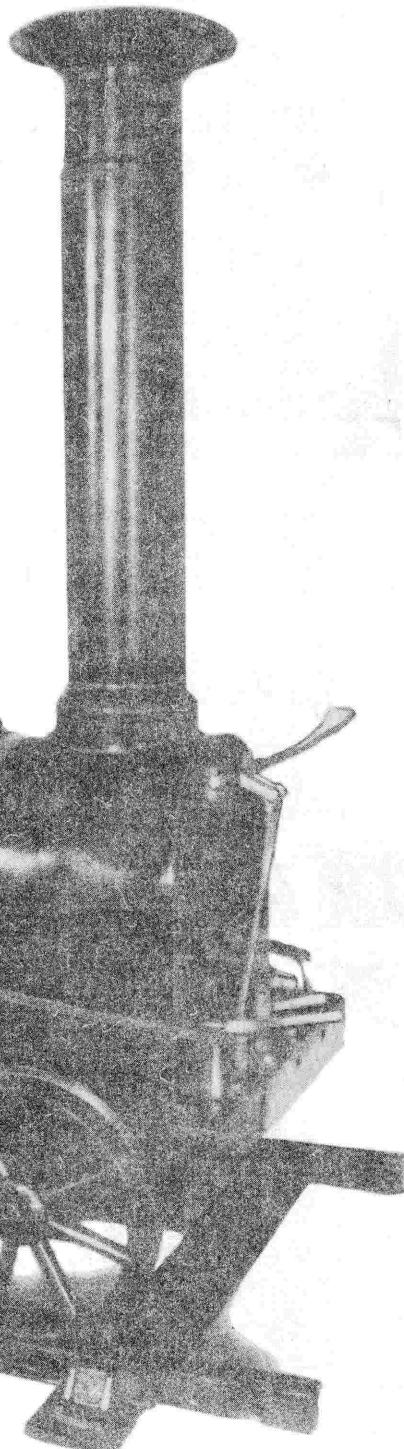
В России первая железная дорога на паровой тяге была построена на Нижне-Тагильском заводе в 1834 году крепостными механиками уральских заводчиков Демидовых — Ефимом Алексеевичем

Черепановым и его сыном Мироном.

Тогда же ими был создан и первый русский паровоз. Он перевозил более трех тонн со скоростью около 15 км/ч. Его действующая модель в масштабе 1:2 — постоянный экспонат энергетического отдела Политехнического музея в Москве...

Полуторавековому юбилею паровоза Черепановых музей посвятил специальную выставку моделей отечественных паровозов, выпускавшихся до 1956 года, когда производство локомотивов этого типа было повсеместно прекращено.

На выставке побывали наши корреспонденты Олег Алексеев и Виктор Резников.



Первый русский паровоз Е. А. и М. Е. Черепановых. Построен на Нижне-Тагильском заводе в 1834 г. Перевозил 3,3 тонны груза со скоростью 15 км/ч



В пятидесятые годы XX века паровозы начали вымирать — стремительно, как мамонты. Многими теперь уже забытый, молодым людям почти неизвестный, паровоз стал символом отсталости, технического несовершенства, словом вчерашнего дня. А ведь было же: «Наш паровоз вперед лети...» — первые пятилетки; «А искры вылетают из топки паровоза...» — целина...

Для тех, кто пел эти песни, паровоз служил символом прогресса — и технического, и социального.

3 апреля 1917 года в паровозной будке в Петроград из эмиграции возвратился Владимир Ильич Ленин. Тот паровоз серии «Н» в настоящее время находится на вечной стоянке на Финляндском вокзале в Ленинграде. Другой паровоз серии «С» 11 марта 1918 года привез из Петрограда пассажирский состав, в котором Советское правительство во главе с В. И. Лениным переехало в Москву. Сейчас этот паровоз, восстановленный энтузиастами железнодорожной техники, хранится в депо «Ховрино». А со временем он займет место на Ленинградском вокзале в Москве. Уникальным памятником является и паровоз О^в 7024 — тот самый, который весной 1919 года отремонтировали рабочие депо Москва-Сортировочная на первом коммунистическом субботнике. А на Белорусском вокзале столицы стоит последний серийный советский паровоз П-36, у которого мы встретились с руководителем его реставрации А. Б. Вульфовым. Вот что он нам рассказал:

— Паровоз П-36-0120 является памятником трудовой славы локомотивного депо имени Ильича. Он поставлен на вечную стоянку под открытым небом 5 августа 1984 года, в День железнодорожника. Локомотивы этого типа, эксплуатировавшие-

ся на участке Москва — Вязьма, приводили в столицу поезда с участниками VI Всемирного фестиваля молодежи и студентов. Реставрационные работы проводили три энтузиаста из Московского клуба железнодорожного моделизма Е. В. Ульянцев, М. Н. Тиунчик и я. Помогал нам весь коллектив депо, а консультировал — ветеран депо Москва-Киевская, почетный железнодорожник, машинист Ю. С. Оберчук. На протяжении целого года мы восстанавливали П-36-0120 почти из небытия: Очень привязались к нему и до сих пор часто навещаем, всегда, кстати сказать, заставая там гостей — приходят отцы с детьми, деды с внуками. Любуются...

Чем же объяснить такую необычайную популярность паровоза, не уменьшившуюся даже за его почти тридцатилетнее отсутствие?

Этот вопрос мы задали у стендов выставки в Политехническом музее председателю комиссии по железнодорожной технике Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры А. С. Никольскому. Вот его ответ.

— Паровоз — это первое в истории цивилизации сухопутное скоростное средство сообщения большой грузоподъемности. Можно без преувеличения сказать, что с приходом пара сначала в промышленность, а затем и на транспорт началась индустриальная история человечества. Советская власть получила от старой России небогатое железнодорожное наследство. В результате империалистической войны к осени 1917 года на транспорте создалась особенно тяжелая обстановка.



Еще более усугубила это положение гражданская война. Доля неисправных «израненных» паровозов возросла до 55 %. Но уцелевшие 4816 локомотивов вынесли тяжелейшие испытания.

В 1920 году число исправных паровозов возросло до 7371. Сделать это в тех невероятно трудных условиях голода, холода, разрухи оказалось возможным благодаря энтузиазму и героизму железнодорожников. А эксплуатировать паровоз в те годы жесточайшего топливного кризиса позволила его поистине уникальная всеядность. В паровозных топках можно было жечь все, что угодно: уголь, мазут, торф, дрова... Был он неприхотлив и к качеству воды. Конечно, использование низкосортных топлив и воды требовало огромных трудовых усилий — колосниковые решетки и котлы при этих условиях нуждались чуть ли не в ежедневной чистке.

Неприхотливость и простота паровоза сыграли свою роль и в Великой Отечественной войне. Временная потеря Донецкого угольного бассейна и каменноугольных разработок Подмосковья, нарушение прямой связи нефтепромыслов Закавказья с центральными районами страны потребовали от железнодорожников и, в частности, от паровозных бригад, высочайшей организованности, изобретательности, профессионализма. Помогли сознательное отношение к общественному труду, традиции которого были заложены первыми коммунистическими субботниками первых послереволюционных лет, высокое мастерство и новаторство в овладении техникой, характерные для 30-х годов.

Сначала эвакуации до 20 ноября 1941 г. в тыловые районы было отправлено 914 380 вагонов с эвакогрузами. В ходе подготовки контраступления Красной Армии под Москвой (с октября по начало декабря 1941 г.) на станциях Московского железнодорожного узла было разгружено

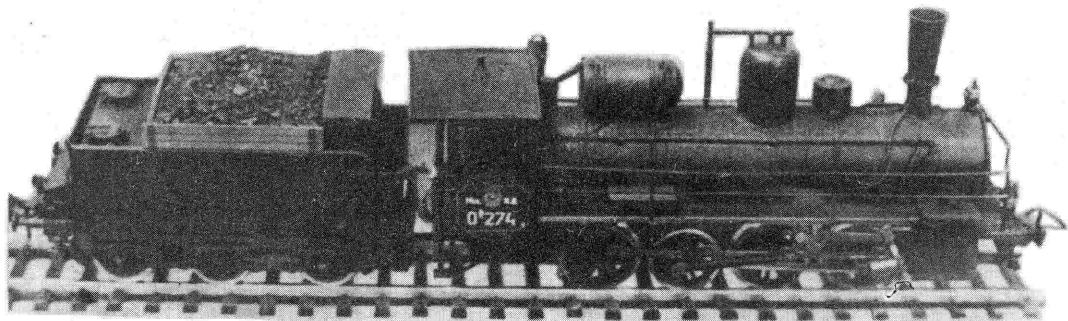
более 315 тысяч вагонов. В период Сталинградской битвы (с середины июля до конца декабря 1942 г.) в район Сталинграда было доставлено свыше 250 тысяч вагонов с воинскими грузами, а общий вагонопоток, проходивший через Курский железнодорожный узел, ко времени битвы на Курской дуге (июль—август 1943 г.), составил 540 тысяч вагонов. И все это сделано паровозами с их, как теперь говорят, «чудовищно малым» к. п. д.

— Чем же объяснить такой малый к. п. д. ?

— Видите ли,— ответил нам А. С. Никольский,— я скорее энтузиаст, чем специалист по паровозам. Специалистов сейчас в стране почти не осталось. Сегодня те, кому дороги паровозы, — люди других специальностей. Я, например, доцент Московского инженерно-строительного института. А. Б. Вульфов — студент института имени Гнесиных. Правда, он почти год отъездил на паровозе в качестве помощника машиниста. Колесил по провинциальным российским дорогам, где эти «железные изгнанники» еще сохранились... Но вот что я хочу предложить. Давайте заглянем в последнее фундаментальное издание по паровозам. Неудивительно, что это учебник, ведь выпуск паровозов прекратился неожиданно и почти мгновенно — в связи с изменением всей железнодорожной политики страны. Поразительно другое. Книга убеждает нас, что с технической точки зрения паровоз в то время был, что называется, «на подъеме» и до «пика его формы» было ох как далеко.

И вот она перед нами, эта книга.

«Паровозы. Общий курс конструкций и элементы теории. Под редакцией профессора А. А. Чиркова. Трансжелдориздат, 1953». Учебнику, как и паровозу, оставалось жить три года. Открываем страницу 45. «Фигура 20» — «Схема использования тепла в паровозе в форме теплового потока».

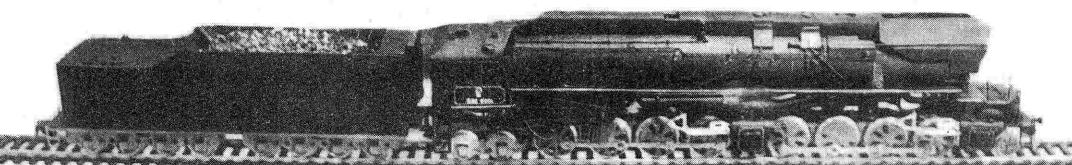


Паровоз О^в (основной) — самый распространенный на железных дорогах дореволюционной России. Создан в 1901 г. Колесная формула 0-4-0 (4 ведущих оси при отсутствии передних и задних поддерживающих осей). Сцепной вес 52,5 т. Скорость 55 км/ч

Пассажирский паровоз ИС. Год создания 1932. Колесная формула 1-4-2. Сцепной вес 80,7 т. Скорость 115 км/ч

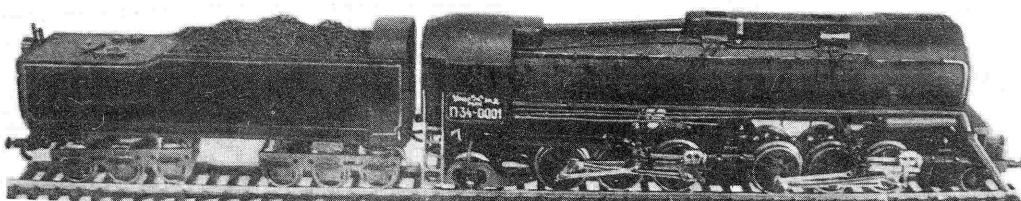


Грузовой паровоз СО. Год создания 1934. Колесная формула 1-5-0. Сцепной вес 87,6 т. Скорость 70 км/ч



Сочлененный паровоз П-34. Год создания 1949. Колесная формула 1-3+3-1. Сцепной вес 115,7 т. Скорость 90 км/ч

Сочлененный паровоз П-38. Год создания 1954. Колесная формула 1-4+4-2. Сцепной вес 164 т. Скорость 85 км/ч





В топке горит уголь. Его вес, умноженный на удельную теплоту сгорания дает нам 100 % тепла. Но в силу неполного сгорания рабочему телу — воде и пару — передается от 90 до 55 %. То есть, так называемые «топочные» потери составляют в среднем 30 %. Кроме того на собственные нужды котла (работа различных клапанов, питание приборов, устройств для циркуляции воды) уходит 3—5 % энергии топлива. Столько же уносится в результате внешнего охлаждения котла, топки и паропроводов. Далее: в паровой машине, «в виду невозможности использования скрытой теплоты парообразования», 35—55 % тепла теряется с отработавшим паром. Таким образом, в, так называемую, индикаторную работу паровоза переходит лишь от 6 до 10 % первичной энергии топлива. На трение в механизмах — еще 0,5—1,5 %. Нужно еще учесть потери «от перемещения паровоза и тендера как тележек» — долой еще 0,5—2 %. Поэтому на крюк-цепьку (то есть, на место конечного выхода энергии) приходится всего до 8 % теплоты сгорания топлива. Иными словами, к. п. д. паровоза, согласно учебнику — 8 %. Однако, сама по себе эта цифра ничего сказать не может. Ее нужно с чем-то сравнить.

У автомобиля, например, на окружности ведущих колес конечный выход энергии эквивалентен 14—15 % первичной энергии топлива. У паровоза эта цифра — 9 % (а не 8 % — здесь нет никакой ошибки, ведь ведущие колеса паровоза расположены до крюка-цепьки).

Пойдя по «паровозному» учебнику дальше, мы обнаружили, что, оказывается, у последнего отечественного серийного паровоза П-36 к. п. д. на крюке-цепьке был 9,29 %, а у опытного 1-5-1 ОР — 9,3 %. Использовав конденсацию отработавшего пара, (а устройства для осуществления этого процесса производились серийно)

теоретически можно было увеличить к. п. д. до 12 %, а применение новых конструкций котлов, предложенных академиком С. П. Сыромятниковым, повышало этот показатель паровозов до 15 %.

Когда мы начали работать над этой статьей, то не думали сожалеть о давно «сошедших с путей» паровозах. Мы хотели только оглянуться на славное прошлое этой машины, показать, как она из весьма примитивной «позвонки» превратилась во вполне совершенную конструкцию.

Однако, 20 октября 1984 года газета «Известия» опубликовала небольшое сообщение: «Паровоз возвращается». Отвечая на вопросы корреспондента, профессор Харьковского политехнического института С. Кущенко сказал:

«В институте ведутся эскизные проработки современного варианта паровоза. Мы считаем, что в ближайшее время может произойти его возрождение. Дело в том, что паровоз может эффективно служить в регионах, где есть свой каменный уголь. Это районы Сибири, в частности, БАМа. Гораздо выгоднее использовать там местные ресурсы, чем завозить издалека жидкое топливо для нынешних тепловозных дизелей. Будущий паровоз не будет выглядеть «бедным родственником» рядом с тепловозом — его к. п. д. намечено повысить в три раза по сравнению с предшественниками. Можно будет строить паровозы мощностью до 8000 лошадиных сил. (У П-36 — 3100 л. с. — Авт.). Наш паровоз не будет опасен для окружающей среды — эффективное сжигание топлива, обеспечивающее высокий к. п. д., сведет к минимуму и выброс вредных веществ».

Итак, романтическая история паровоза еще не окончена...

СПЕЦАВТОТРАНС-84

В Москве, в конце минувшего года проходил международный смотр специализированной автомобильной техники. Свою продукцию демонстрировали более 120 фирм из 14 стран мира. Такая выставка была проведена Всесоюзным объединением «Экспоцентр» впервые. Репортаж с выставочного комплекса на Красной Пресне подготовили наши корреспонденты Евгений Павлов и Игорь Фаткин.



Австрия.
Пожарный
автомобиль
фирмы
«Розенбауэр»

Все чаще они встречаются на советских дорогах — маленькие, вертикальные грузовики «Мультикар-25» с маркой «ИФА» из Германской Демократической Республики. Кузова-платформы «Мультикаров» расположены всего в 800 мм над землей, что значительно облегчает погрузку. Стекла кабины обеспечивают хороший круговой обзор. Высокий экономический эффект достигается благодаря системе быстросменяемых кузовов. Несмотря на небольшие размеры (длина 3,9, ширина 1,8 м), эти многоцелевые машины весьма сильны — дизельный двигатель водяного охлаждения мощностью 45 л. с. обеспечивает перевозку 2 т груза со скоростью 50 км/ч.

Во время выставки представители «ИФА» передали советскому «Автоэкспорту» ключи от юбилейного десятитысячного «Мультикара». Кроме минигрузовиков в СССР работают 40 тысяч обычных грузовиков и 50 тысяч прицепов ИФА. Эта же фирма специализируется на производстве машин для городского хозяйства. На выставке была представлена новая подметальная машина ИФА—КМ2301. Этот специальный автомобиль эффективно убирает отходы — как тяже-

лые (щебень, песок), так и легкие (листва, бумага). Он может чистить обочину на левой стороне улицы, подметать высокие бордюры, а в зимнее время убирать снег. В ленинградском техническом центре фирмы ежегодно проходят курсы по эксплуатации техники, поставляемой из ГДР, 500—600 советских специалистов.

Приставка «мульти-» присутствует в названиях продукции еще одного крупнейшего партнера Советского Союза в области специализированных перевозок — финского концерна «Партек», разработавшего систему сменных кузовов «Мультилифт», позволяющую грузовой машине основную часть рабочего времени проводить в пути.

По системе «Мультилифт» автомобиль с водителем выполняют свою основную функцию — транспортировку. На складе же их ожидают очередной контейнер или сменная платформа. Перевозки, таким образом, не зависят от рабочего времени персонала складов, строительных объектов, баз перегрузки. Машина, в соответствии с программой перевозок, оставляет или забирает уже готовые «сменные грузовые места». Платформа, цистерна или контейнер поднимаются на автомо-

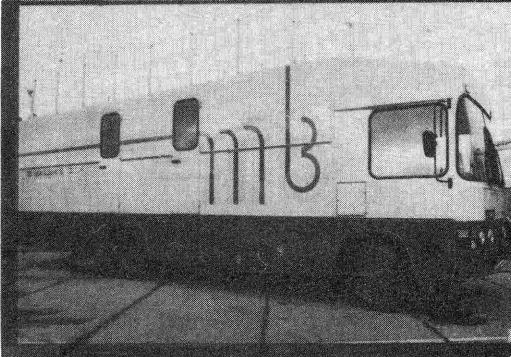


ГДР. Многоцелевой минигрузовик «Мультикар-25»

Финляндия. Мусоровоз «НОРБА» на шасси КАМАЗ



ГДР. Подметальная машина ИФА-КМ2301



Финляндия. Автомобиль фирмы КИИТОКОРИ — телекентр на шасси КАМАЗ

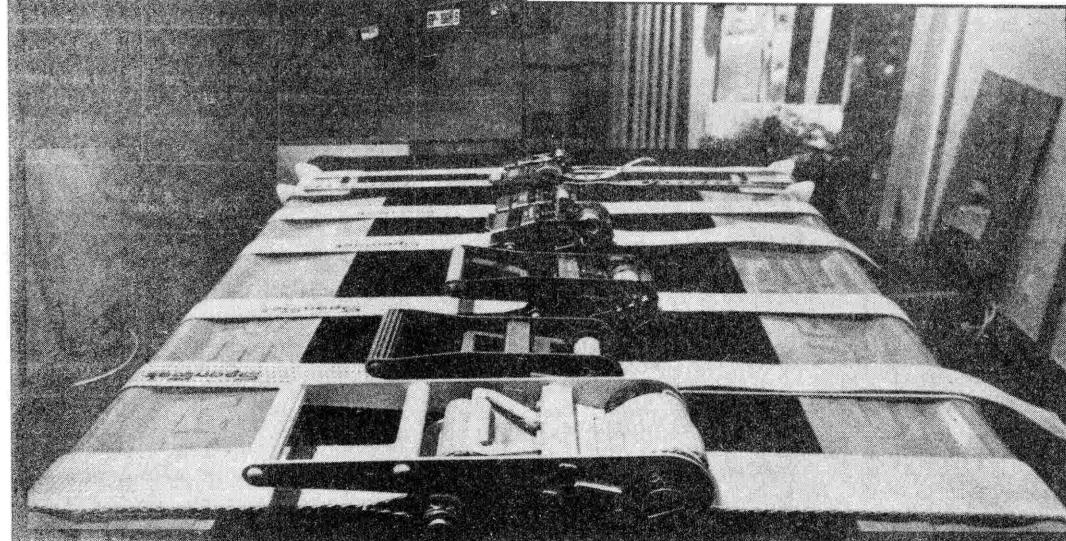
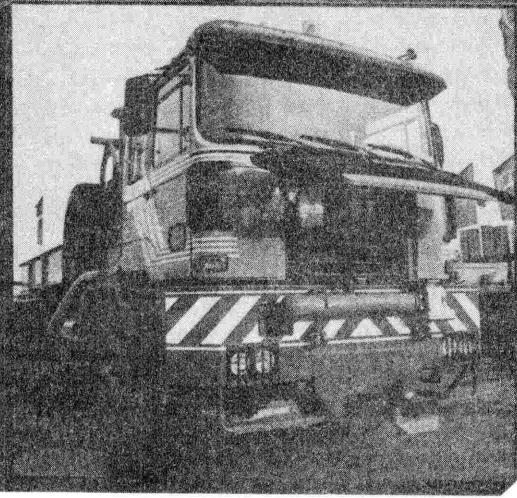
Венгрия. Алюминиевый кузов «Будамобил» для перевозки мебели

биль или снимаются с него в течение нескольких минут. Операции осуществляются с помощью четырех особых механизмов, устанавливаемых на автомобилях любого типа. В частности, в Советском Союзе на базе автомобиля ГАЗ-53 смонтирована одна из последних разработок «Мультилифта» — гидравлический механизм HL-3 с крюковым захватом, опускающий емкость для сыпучих грузов прямо на землю. Автомобиль ЗИЛ-130 оборудуется механизмом CL-8 с тросовым приводом, опускающим на землю универсальный кузов, а на КАМАЗ-53212 устанавливается привод CL-12 такого же типа, но более мощный — он предназначен для кузовов объемом 30 м³. Интересны и механизмы типа автомобиль-поезд-автомобиль, предназначенные для смешанных автомобильно-железнодорожных перевозок. Автомобиль самостоятельно разгружает контейнеры непосредственно на железнодорожную платформу. Таким образом, полностью исключаются погрузочно-разгрузочные работы на станциях, уменьшаются расходы на складирование.

«Партек» демонстрировал на выставке и более простую систему сменных кузовов — на стойках. На месте разгрузки водитель, с помощью особых устройств, слегка приподнимает контейнер

и откладывает по его бортам опорные стойки. Затем контейнер опускается, но только на высоту стоек — так, что автомобиль может свободно из-под него выехать. Контейнеры на стойках, вследствие простоты конструкции, уже сейчас получили большое распространение. Их использование приводит к трехкратному увеличению транспортной мощности. Это фирма «Партек» подтверждает результатами эксперимента. Между двумя городами на расстоянии 100 км ежедневно курсировали автопоезда со стационарными кузовами и такой же грузоподъемности автопоезд, укомплектованный шестью кузовами на стойках. «Стационары» успевали сделать один двойной рейс (туда и обратно), а «сменник» — три таких же рейса. В ближайшее время финские специалисты рассчитывают достичь годового пробега грузового автомобиля свыше 200 000 км (сегодня грузовики успевают проехать лишь 70 000 км в год). В первую очередь, это приведет к сокращению транспортных расходов более чем на 30 %. Использование кузовов на стойках позволяет легко организовывать перевалочные базы и устранять пики нагрузки на стационарных складах и на конечных станциях.

Преимущества контейнерных перевозок



Финляндия. Машины скорой медицинской помощи фирмы ТАМРО

ФРГ. Тягач ФАУН

Югославия. Рефрижератор фирмы «Полиестер» на шасси КАМАЗ

Швеция. Строповка грузов лентами «Сенсет»

известны давно. Однако, очевидно, что при всей их привлекательности, часть выигрыша теряется за счет перевозки самого контейнера, весящего, как правило, немало. Скажем, контейнеры того же «Партека» уменьшают полезную нагрузку автомобиля примерно на 20 %. Однако, концерн ведет работы и в этом направлении. На выставке демонстрировался легкий кузов, склеенный из многослойных плит, покрытых алюминием — использован опыт, накопленный в самолетостроении. По сравнению с существующими контейнерами он весит вдвое меньше — 1400 кг. К тому же, как показали исследования, алюминиевый кузов по прочности, коррозионной стойкости, теплоизолирующей способности (для рефрижераторов) и гигиеничности лучше, чем существующие кузова.

Вообще, представленные различными странами образцы показывают, что алюминий начинает прочно обосновываться в автомобилестроении. Так, ряд алюминиевых кузовов, предназначенных для установки на советские грузовики «КАМАЗ», представил венгерский завод «Будамобил».

Но как бы ни был легок и прочен контейнер, как ни сокращает спецавтотранспорт число перегрузок, один раз его все-таки надо погрузить. И один раз выгрузить. А еще — и везти по далеко не всегда ровным дорогам.

Проблемам сохранности груза в пути была посвящена скромная, на первый взгляд, экспозиция шведской фирмы Сенсет. Продукция Сенсета — стропы из полизэфирного волокна. Они прочны, надежны, мягки (значит, удобны в работе), и окрашены в яркие цвета с тем, чтобы сразу найти нужный, соответствующий нагрузке. Для строповки груза внутри автомобильного кузова или товарного вагона, трюма корабля или фюзеляжа самолета Сенсет предлагает мягкие полизэфирные

ленты с эффективными застежками. Они надежно удерживают груз при торможении автомобиля, толчках поезда, пикировании самолета и качке корабля. Особенно пригодится такая строповка для вездеходного транспорта, работающего в условиях бездорожья. Это, например, вездеход швейцарской фирмы «Рольба». Или миниатюрная финская гусеничная машина «Фрости», которая на приводном гусеничном же прицепе может перевозить небольшие грузы через болота, глубокие каналы, по каменистой и сильно пересеченной местности.

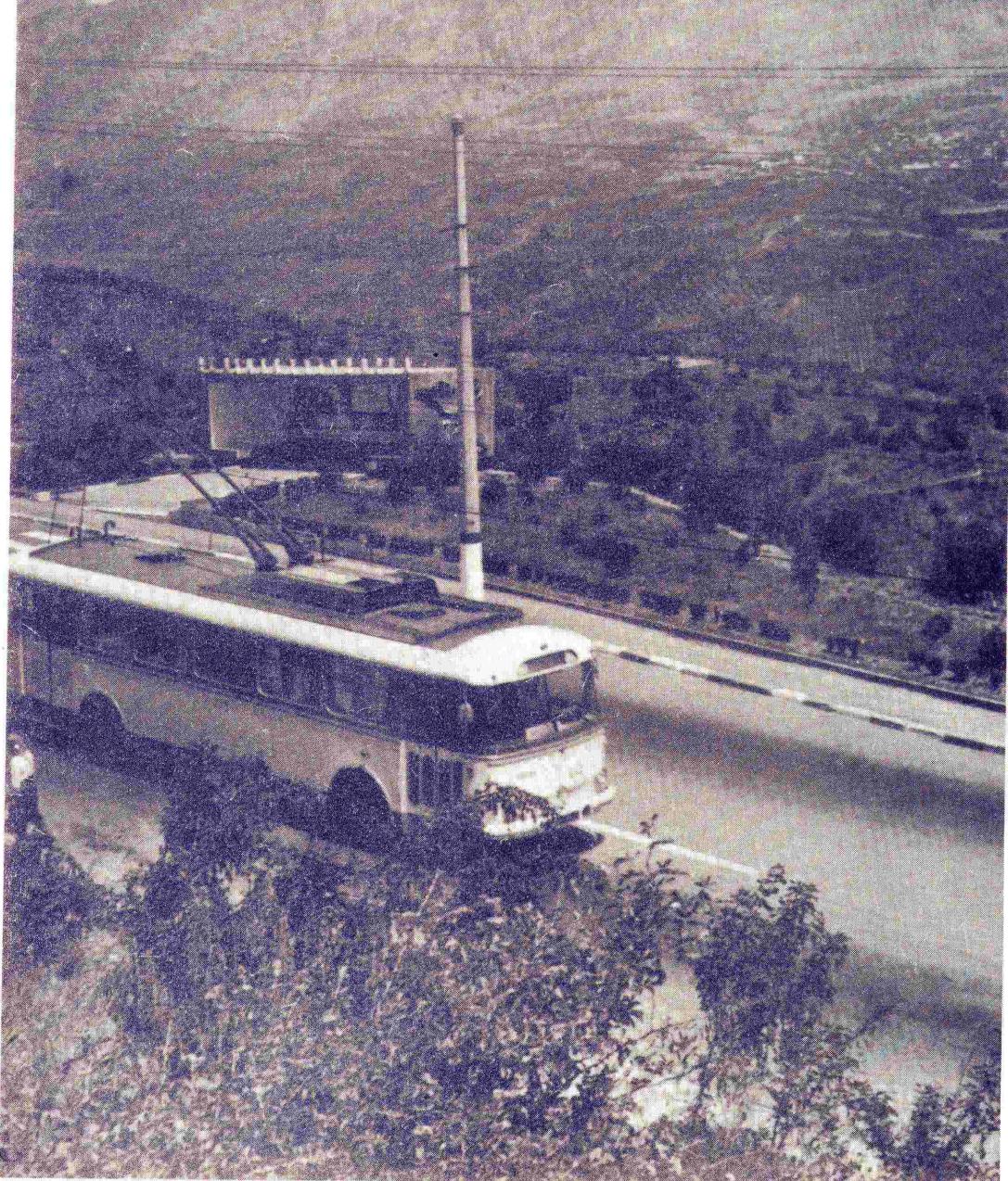
Невозможно, конечно, в небольшом реポートаже описать, даже кратко, все, что было представлено на этом обширном смотре. Огромные западногерманские МАНЫ и ФАУНЫ, Магиры и Мерседесы, сопряженные со строительными кранами и прицепами различного назначения. Финские специальные автобусы — автомобиль-библиотека; автомобиль-магазин; автомобиль-телецентр. Мусоровозы из ряда стран. Разных «национальностей» рефрижераторы и пожарные автомобили. Машины скорой помощи и патрульные... Мы же завершим нашу экскурсию осмотром скромного экспоната финской фирмы ИМ, весьма заинтересовавшего специалистов.

«Для качественного и надежного ремонта машины, двигателя, ее прежде всего необходимо тщательно... вымыть», — уверяют инженеры ИМ. Они сконструировали для промышленных предприятий и ремонтных мастерских экономную и эффективную моечную машину, которая моет, например, блок цилиндров за 5—10 минут. При этом расход воды и моечного средства минимальны. Система закрытой циркуляции позволяет использовать моющий раствор в течение нескольких недель.

...«Спецавтотранспорт-84» представил самые лучшие зарубежные образцы специализированных автомобилей и оборудования. Выставка наглядно отразила и растущее сотрудничество СССР с ведущими иностранными фирмами.

Автобус и я

Б. И. БРАСЛАВСКИЙ



с троллейбус

Рост городского населения, укрупнение городов потребовали и быстрого развития транспорта, прежде всего — общественного.

Как же влияет городской транспорт на окружающую среду?

Прежде всего это зависит от того, какими двигателями пользуется транспорт — электрическими или двигателями внутреннего сгорания.

ВЕК АВТОТРАНСПОРТА НЕ КОНЧАЕТСЯ

Два-три десятилетия назад, когда воздух в крупных городах был еще довольно чистым, основными источниками его загрязнения считались промышленные предприятия. С тех пор сделано немало, чтобы заводы не чадили. Одни вообще закрыли, другие вывели за пределы городов. Произошел переход на более «чистые» виды топлива, распространились очистные устройства, фильтры и т. п. Но бурно рос автотранспорт. И «пальма первенства» в загрязнении атмосферы от заводской трубы перешла к выхлопной трубе автомобиля.

В целом по СССР на автотранспорт приходится 2,6 % выбросов сернистого ангидрида, 17,5 % окислов азота, 6,3 % окиси углерода. Удельный вес автотранспорта в загрязнении окружающей среды ориентировочно составляет в ряде городов 30—40 %, а в крупных — до 60 %. В среднем один автомобиль выбрасывает в атмосферу за год около трех тонн вредных веществ!

А как же Закон СССР об охране чистоты воздуха? Ведь он действует с 1 января 1981 года, и в нем статья II специально посвящена регулированию выбросов загрязняющих веществ транспортными средствами.

Принимается целый ряд мер для защиты атмосферы. Появляются, например, все больше газобаллонных автомобилей. Источником энергии для них служит природный газ — метан, который загрязняет воздух гораздо меньше, чем бензин и дизельное топливо. Но стальные газовые баллоны весят немало, специальных газозаправочных компрессорных станций еще не хватает, поэтому традиционные бензин и дизельное топливо остаются пока незаменимыми.

Скажем больше. Доля автомобилей, работающих на бензине, в будущем, возможно, даже возрастет, несмотря на растущую дороговизну и дефицитность нефтяного топлива. Дело в том, что в перспективе, по-видимому, развернется производство синтетического бензина из более дешевых видов сырья — угля, сланцев и т. п.

Предполагают, что в качестве автомобильного топлива распространение получат также и спирт, и другие заменители.

Заменители, конечно, смягчат дефицит «нефтяного» бензина. Но решат ли они кардинально проблему защиты окружающей среды?

НАДЕЖДА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ

В крупных городах электрический транспорт вполне способен взять на себя значительную долю перевозок (за счет уменьшения доли автобусов). Напомним, что загрязнение воздуха двигателями внутреннего сгорания не только вредит здоровью людей, но и способствует износу зданий, сооружений, машин, оборудования.

Тут у городского электрического транспорта бесспорные преимущества. Присмотритесь к трамваю. Да, ему сопутствуют шум, вибрация. Но эти грехи не так уж велики, и в конечном счете, преодолимы. И трамвай возвращается. Он перспективен, по мнению многих. Особенно — скоростной, причем на трассах, как говорят специалисты, пассажиронапряженных, там, кстати, где сейчас горожан выручают автобусы, там, где пока нет метро.

Не угасает интерес к перспективам электромобиля. Его преимущество, подобно автобусу, — маневренность. Электромобиль — бесшумный, экологически чистый

вид транспорта. Но ведь пока еще не созданы достаточно легкие, миниатюрные и емкие аккумуляторные батареи для электромобилей будущего. Потребуется и сеть электрозварочных станций. Предстоит решить немало проблем. Сфера применения электромобиля в городе уже очерчена. Она важна, однако ограничена.

Что же остается? Приходится ставить вопрос: автобус или троллейбус?

ПОСЧИТАЕМ ШАНСЫ СОПЕРНИКОВ

Рассмотрим энергетический аспект проблемы. Сравним расход горючего (бензина, дизельного топлива) у автобуса с расходом электроэнергии, которая требуется на 1 км пробега троллейбусу той же вместимости, что и автобус. Сколько электроэнергии можно получить, если сжечь в топках электростанций 1 кг бензина? 1 кг бензина — это 10 400 ккал. 1 кг условного топлива — 7000 ккал, то есть 1 кг бензина эквивалентен 1,5 кг условного топлива. На тепловых электростанциях Советского Союза на 1 кВт· ч расходуется в среднем 327—328 г условного топлива. Иначе говоря, 1 кг бензина приблизительно эквивалентен 4,54 кВт· ч электроэнергии.

Расход бензина на 1 км пробега у разных автобусов различен. Для расчетов примем за основу линейную норму расхода бензина автобуса ЛиАЗ-677 Б, 34-местного, наибольшего по вместимости из отечественных автобусов. На 100 км пробега в городе он расходует 56 л, то есть на 1 км — 0,56 л.

При коэффициенте плотности бензина равном 0,74, расход электроэнергии на 1 км пробега будет составлять 1,88 кВт· ч.

А что у троллейбуса?

Троллейбусы разных марок на 1 км пробега в зависимости от условий тоже потребляют разное количество электроэнергии. Однако, в среднем, расход практически тот же, что и у автобуса. Кажется, выигрыша никакого. Но тут есть маленько «но».

С 1983 года троллейбусный парк Киева и некоторых других городов оснащается машинами типа «Шкода-9 ТР». Новый троллейбус позволяет экономить до 20 % электроэнергии. А теперь попробуем найти новый тип автобуса, который позволил бы экономить такое же количество энергии. Такого нет. Сравнение — в пользу быстро совершенствующегося троллейбуса. Эксплуатационники ждут еще более экономичных машин, которые будут работать на переменном токе. Процесс превращения

электрической энергии в механическую у него будет более совершенным, к. п. д. повысится.

Электроэнергию предстоит получать, сжигая значительно более дешевые и менее дефицитные виды топлива, чем дизельное топливо и бензин. Нетрудно сообразить, как это скажется на развитии городского пассажирского транспорта. В общем объеме перевозок неизбежно возрастет доля электрического транспорта. Уже сегодня она составляет более 40 %.

А ТЕПЕРЬ — ОБ ЭКОНОМИКЕ

Почему в небольших городах и поселках городского типа преобладают автобусные, а не троллейбусные перевозки пассажиров? Использовать здесь троллейбус сложно, чаще всего экономически не оправдано. Иное дело — крупные города. Но и тут, как показывает статистика, рост объема перевозок трамваем и троллейбусом приостановился.

Неужели причина в том, что в городах-миллионниках быстро развивается метрополитен? Может, и впрямь он «сразу всех седоков околовал»? Даже если это так, то и тогда существенно увеличить долю городского электрического транспорта один метрополитен не в состоянии: скаживаются огромные масштабы нашей страны. Предстоит развивать и наземный электрический транспорт, особенно троллейбус.

Следует обратить внимание прежде всего на города I—V групп, имеющие, соответственно, свыше 3 млн., 2 млн., 1 млн., 500 тыс., 250 тыс. жителей. Троллейбусные линии должны стать составной частью новых строящихся жилых массивов, старых реконструируемых районов и улиц, заменять собой автобусные маршруты, значительные по протяженности и стабильные по пассажиропотокам.

Парк троллейбусов в стране должен расти. Это будет способствовать уменьшению удельных эксплуатационных и ремонтных расходов, повысит экономическую эффективность городского электротранспорта.

На повестку дня, я убежден, встанет вопрос и о строительстве пригородных троллейбусных трасс. Чем подкрепляется такая уверенность? Опытом многолетней успешной работы первой и единственной в Европе междугородной троллейбусной трассы Симферополь — Алушта — Ялта.

Весьма перспективен внутри городов и грузовой троллейбусный транспорт, так называемые троллейвозы. Соответствующий опыт уже накоплен, например, в Киеве.

И последнее. Многие годы городской пассажирский транспорт был убыточным. По Киеву, например, общие убытки за 1983 год по автобусным городским маршрутам составили 16,8 млн. руб., а по троллейбусным — 5,8 млн. руб. Себестоимость 1 тыс. машинокилометров пробега автобуса

на 35 % выше, чем у троллейбуса. А себестоимость перевозки десяти платных пассажиров на троллейбусе ниже, чем на автобусе, приблизительно на 80 %. Аналогичная картина — в Москве и других городах.

Растущая дороговизна жидкого топлива поможет троллейбусу выиграть состязание с автобусом.

г. Киев

ИНФОРМАЦИЯ

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ: ПОДЗЕМНЫЕ ХРАНИЛИЩА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Национальная комиссия по радиационной защите Великобритании опубликовала в августе 1984 г. отчет о результатах двухлетнего исследования проблемы захоронения радиоактивных отходов в подземных хранилищах.

Комиссия одобрила выбор Элстру (Бедфордшир) и Биллингема (Тассайд) в качестве районов строительства подземных хранилищ радиоактивных отходов, однако, особо подчеркнула необходимость дальнейших исследований с целью получения научно обоснованных данных о радиационной безопасности будущих хранилищ. В частности, было отмечено, что до конца не ясна достоверность данных и прогнозов, касающихся их влияния на качество подземных и поверхностных

вод, вероятности миграции в биосферу радионуклидов и надежности длительного использования подземных бетонных хранилищ радиоактивных отходов.

New Scientist,
1984, v. 103, № 1417

ИЗ АМОРФНОГО КРЕМНИЯ — ДЕШЕВЛЕ

Американская фирма «Хронар корпорейшн» (Принстон, штат Нью-Джерси) в конце текущего десятилетия намерена наладить серийное производство солнечных батарей из аморфного кремния стоимостью менее 50 центов за ватт мощности. Полагают, что солнечные элементы из аморфного кремния, несмотря на невысокий к. п. д., более перспективны по сравнению с элементами из кристаллического или тонкопленочного кремния, так как их производство обходится дешевле.

Согласно одной из оценок, мировой сбыт солнечных батарей с внутренним фотоэффектом возрастет с

5 МВт в 1981 г. до 180 МВт в 1990 г., причем доля США на мировом рынке сократится с 90 % в конце 70 гг. до 60% к началу 90-х гг.

Производство солнечных элементов из кристаллического кремния стоимостью 3—4 долл. за ватт мощности планируют начать и японские фирмы «Хоксан» и «Киосера».

Science,
1984, v. 226, № 4672

«РАДИОАКТИВНЫЕ» НОВОСТИ

Исследовательская группа университета в Оксфорде (Великобритания) открыла новый вид естественной радиоактивности, а именно испускание частиц ^{14}C при распаде ^{223}Ra . Новый вид распада удалось установить, измерив удельную энергию отдачи испускаемой частицы, одновременно исключив события, вызываемые отдельными альфа-частицами.

Atomwirtschaft — atomtechnik
1984, Bd. 29, № 11.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

*Кандидат физико-
математических наук*

И. И. КУЗЬМИН

кандидат технических наук

А. Я. СТОЛЯРЕВСКИЙ

Как развивается на планете ядерная энергетика и чем она обещает одарить человечество в будущем — через 20, 40, 100 лет? На этот вопрос, как и на множество других, попытались ответить прогнозисты из полусотни стран, собравшиеся на 2-й Международный энергетический симпозиум (МЭС) в Вене. О выводах, к которым они пришли, о прогнозе энергобаланса

планеты, а также о тенденциях энергетики Западной Европы и Китая, разных регионов, мы, участники Венского симпозиума, приехавшие из СССР, уже рассказали читателям в предыдущих номерах журнала. Осталась неосвещенной еще одна очень важная тема: что обещает человечеству в XXI веке ядерная энергетика?

ПОУЧИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТ

Опыт СССР и других стран СЭВ, наши планы и прогнозы не вызвали сомнения ни у кого. Почему? Пионер мирной атомной энергетики, наша страна с самого начала рассматривала создание АЭС, как широкий государственного и даже мирового масштаба научно-технический эксперимент, в ходе которого нужно было выявить и практически отработать оптимальные варианты АЭС будущего. Одновременно учитывался и реальный вклад, который ядерные установки смогут вносить уже сегодня в расширение энергетических возможностей Страны Советов и других стран социализма.

Такой подход оправдал себя. Атомная энергетика показала, что вполне может стать одним из основных рычагов повыше-

ния эффективности народного хозяйства. Именно поэтому Энергетическая программа СССР ставит задачу опережающего развития ядерной энергетики в целях дальнейшего наращивания производства электроэнергии, совершенствования структуры топливно-энергетического баланса страны.

В Советском Союзе действуют и строятся более двух десятков АЭС разных типов и конструкций широкого спектра мощностей. Советские АЭС дают уже около 10 % от общего количества электроэнергии, вырабатываемой в стране, и позволили спланировать программу дальнейшего быстрого наращивания «атомного электричества» на основе комплексного использования лучших образцов АЭС.

Используя опыт и научно-техническую помощь СССР, страны СЭВ также наращивают мощность своих АЭС. Вот уровень,

Таблица 1.

**ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ
МИРОВОЙ
ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**
(млрд. т нефтяного эквивалента)

Регионы	Годы			
	1980	1990	2000	2010
СССР и страны Восточной Европы	0,020	0,106	0,238	0,494
КНР и другие страны Азии с плановой экономикой	0,000	0,000	0,008	0,008
Страны ОЭСР	0,140	0,350	0,550	1,002
Страны ОПЕК	0,000	0,000	0,005	0,009
Развивающиеся страны, не входящие в ОПЕК	0,004	0,020	0,041	0,171

субъективные причины. В некоторых капиталистических странах (США, ФРГ и другие) для получения лицензий необходимо преодолевать все более сложные регламентирующие процедуры.

Сроки ввода АЭС увеличились. В США, например, средняя продолжительность сооружения АЭС выросла до 10 лет, в ФРГ — до 9 лет. Следовательно, для предпринимателей экономический риск вложений значительных капиталовложений в эту отрасль вырос. Пугает предпринимателей и неопределенность роста спроса на электроэнергию. Вот почему большинство западных прогнозистов считают, что к 2000—2010 гг. ядерная энергетика не достигнет той мощности, которую ей предсказывали прежде, а будет развиваться на Западе несколько медленней (см. таблицу 1). В то же время у нас в стране ядерная энергетика будет развиваться опережающими темпами. Высокие темпы ее развития будут обеспечены созданием предприятий замкнутого топливного цикла, дальнейшим наращиванием мощностей ядерного энергетического машиностроения, других смежных отраслей промышленности.

**НАСКОЛЬКО «ЯДЕРНАЯ»
ОЗНАЧАЕТ
«ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ»?**

Тут мы должны сделать небольшое отступление.

Ресурсы нефти, газа и даже угля (как

который планировали достичнуть в 1985 году: Болгария — 2800 МВт, Венгрия — 880 МВт, ГДР — 2270 МВт, Румыния — 700 МВт, Чехословакия — 3520 МВт.

Как обстоит дело в странах капитализма?

Наиболее мощная ядерная энергетика на сегодня создана в США. Здесь эксплуатируется и строится около 150 блоков АЭС. Большие успехи достигнуты во Франции, где АЭС дают около половины всей электроэнергии.

Казалось бы, ничто не мешает столь же быстро множить число АЭС на всех континентах. Однако, этого не происходит. Почему? К причинам следует присмотреться. Во всяком случае спокойным ростом атомной энергетики не назовешь.

ТЕМП ЗАМЕДЛИЛСЯ

Перед нами прогнозы специалистов, а также ежегодные отчеты Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). О чём свидетельствует их анализ?

Суммарные мощности АЭС растут быстрее, чем у других типов электростанций, однако, темп этого роста в последние годы замедлился. На 2000-й год, в целом по планете общая мощность АЭС прогнозируется сегодня не столь оптимистично, как это делалось в 1974—1976 гг. Называют показатели в два-три раза более низкие, чем прежде. Конкретно: не 2000—2500 ГВт, а всего лишь 750—1000 ГВт, а иногда и ниже (500—600 ГВт). Таково мнение большинства западных прогнозистов. На чём оно основано?

Во-первых, эффективность использования энергии повысилась. Энергия теперь стала расходоваться экономнее. Во-вторых, в 1973—80 гг. в промышленно развитых капиталистических странах (страны Общего рынка, ОЭСР) произошел экономический спад. В итоге за указанный период спрос на энергию поднялся всего лишь на 4 %.

Дало о себе знать и еще одно обстоятельство. За последнее время повысились требования к системам безопасности на АЭС, что привело к увеличению капитальных затрат на их строительство. Так, например, доля затрат на обеспечение безопасности АЭС, эксплуатация которых началась в 1975 году составляла 30 % общих капиталовложений в АЭС, а для строящихся сегодня эта доля выросла почти до 50 %. Часто, однако, в основе такого роста затрат лежат не объективные, а

бы велики они ни были) в конечном счете исчерпаемы.

Ресурсы для гидроэлектростанций, установок ветряных и солнечных неисчерпаемы. Это так называемые возобновляемые источники энергии. Возобновляет их непрестанно сама природа.

А теперь спросим: к какому из этих двух разрядов отнести энергию ядерную. Исчерпаема она или нет?

Исчерпаема, если наука, промышленность, человечество не приложат усилий изменить положение.

Практически неисчерпаема, если будет обратное.

Разведанных месторождений урана, на которых сегодня базируется ядерная энергетика, не слишком много. Речь идет о богатых ураном месторождениях, где он доступен к извлечению по сравнительно низкой стоимости. Поэтому с учетом того, что в большинстве сегодняшних ядерных реакторов «сжигается» только примерно одна сотая часть добываемого урана (в основном сгорает изотоп урана-235), сегодняшнюю атомную энергию следует отнести к источникам исчерпаемым.

Выручает широко распространенный уран-238, другой изотоп того же самого химического элемента менделеевской таблицы. Его в природе примерно в 140 раз больше, чем урана-235. Было обнаружено, что если в реактор загрузить уран-235 с солидной добавкой урана-238, то последний в ходе ядерной реакции под воздействием нейтронов преображается, порождает новое эффективное ядерное горючее — плутоний-239. В реакторах на быстрых нейтронах такого вторичного горючего образуется больше, чем сгорает первичного. Напрашивается парадоксальная аналогия: вы сожгли в печи десяток поленьев, а открыв дверцу печи, обнаружили вместо золы дюжину новых, несгоревших чурок...

Этот процесс стал основой для создания реакторов нового типа — реакторов-размножителей ядерного горючего (бридеров). В них количество нового, наработанного ядерного горючего может быть в 1,2—1,5 раза больше сгоревшего.

Бридерные реакторы позволяют вырабатывать не только тепло и электроэнергию, но одновременно — накапливать, воссоздавать, размножать новое ядерное горючее, готовить «топливо» для десятков и сотен будущих АЭС. При этом экономичными для разработки становятся более бедные месторождения урана, даже уран

в гранитах, сланцах и морской воде — а такого урана уже очень много (рис. 1). Благодаря им есть основания сделать вывод: ядерная энергия сегодня становится практически почти такой же возобновляемой, как и энергия воды, ветра, солнца. Есть твердая уверенность, что сырья для АЭС хватит на сотни лет.

Но есть ли уверенность, что бридеры (их еще именуют БР: реакторы на быстрых нейтронах) начнут главенствовать в ближайшие десятилетия? Как пойдет их распространение? Участники Венского Симпозиума уделили этому вопросу немало времени. Обобщенный прогноз ядерной энергетики выделяет важную роль этого направления.

ПРОГРАММА ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ФРАНЦИИ

Привлекло внимание участников симпозиума выступление представителя Франции. В этой стране АЭС сегодня вырабатывают около 50 % всей электроэнергии — около 140 млрд. кВт · ч, около 27 ГВт (э) дадут строящиеся АЭС. А всего по прогнозу на 2000 г. общая мощность АЭС во Франции составит 70—90 млн. кВт. Франция намечает строить самые мощные в капиталистическом мире бридеры, первый из которых мощностью 1500 МВт (э) — «Суперфеникс» уже готовится к пуску. Франция — крупный экспортёр АЭС. Ж.- В. Фриш (фирма «Электрисите де Франс») рассказал о поставках АЭС из Франции в другие страны. Экспорт составил, если выразить его в единицах электрической мощности, около 10 тыс. МВт. Экспортируются, в основном, водоводяные корпусные реакторы под давлением. Примерно на такую же суммарную мощность Франция собирается продать за рубеж АЭС в ближайшее десятилетие. Рассматривался, например, контракт на поставку в КНР двух французских энергетических реакторов типа PWR мощностью по 900 МВт. (Аналогичные реакторы до этого были поставлены Францией в Южную Корею).

ВПЕРЕДИ — ПОИСК ПУТЕЙ КОМПЛЕКСНОГО, КОМБИНИРОВАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕАКТОРОВ

В своем докладе на Венском симпозиуме профессор Х. Ульман из ГДР привел данные о росте мощностей реакторов раз-

Таблица 2

**ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВТГР
С КОМБИНИРОВАННЫМ ЦИКЛОМ
(на примере США)**

Показатели	Существующая промышленность		Нефтедобыча	Синтетическое топливо из угля	
	Промышленная теплоэнергетика		Тяжелые нефти	Газификация	Сжижение
	Группа потребителей	Одиночный потребитель	Паровые методы		
Продукты	пар: 4,65 МПа 357 °C	пар: 4,65 МПа 357 °C	нефть—сырец	синтетический «природный газ»	моторные топлива
Потенциальный рынок, ГВт (т)	тепло + + электроэнергия 20—110	тепло + + электроэнергия 5—100			
Собственник	электро-компания Луизиана	промышленность Техас	12—28	5—30	40—100
Размещение			промышленность Калифорния	электро-компания Нью-Джерси	промышленность Западная Вирджиния
Мощность завода, установки	1'926 МВт (т) 354 МВт (э)	1926 МВт (т) 120 МВт (э)	1,3 млн. т нефти в год	4 млн. тут в год	5 млн. т жидкого топлива в год
Мощность ВТГР, МВт (т)	2 блока по 1170 1225	2 блока по 1170 1225	1170	2 блока по 1170 2846	2240 2925
Капитальные вложения, млн. долл.			701		
Стоимость продукта, долл./ГДж Ближайший конкурент	2,76 угольная ТЭЦ	4,86 [*] угольная ТЭЦ	2,31 уголь	10,55 уголь	7,05 уголь
Стоимость угля, долл./ГДж	1,75	1,75	1,97	1,66	1,20
Капитальные вложения, млн. долл.	866	844	547	1930	2533
Стоимость продукта, долл./ГДж Относительная стоимость про- дукта:	6,44	8,40	3,84	12,30	7,69
органич. топливо					
ядерное топливо	2,3	1,7	1,7	1,2	1,09

Стоимость приводится в долларах 1975 г.

личных типов, которые сегодня работают на планете, и их перспективности (рис. 2).

Как видно из диаграммы, наибольшую, рекордную единичную мощность сегодня дают советские реакторы типа РБМК, некоторые из которых уже выходят на электрическую мощность в 1,5 млн. кВт, например, первый блок Игналинской АЭС

в Литовской ССР. Такого не дает пока ни один реактор ни в одной стране.

На ближайшие годы, считает Х. Улльман, перспективно внедрение ядерных установок, дающих низкопотенциальное тепло (до 200 °C) для отопления, выработка высокопотенциального тепла (выше 400 °C), а также удовлетворение нужд

других секторов народного хозяйства, использующих ныне газожидкостное топливо, на смену которому может прийти энергия высокотемпературных гелиевых реакторов (ВТГР). Этот прогноз отражен на рис. 3.

Представитель ГДР назвал возможные сроки внедрения новых перспективных ядерных реакторов, что вызвало оживленное обсуждение. Особый интерес был проявлен к сообщению, что в ближайшие годы в ГДР вступят в действие теплоэлектроцентрали (АТЭЦ) на базе водоводяных энергетических реакторов (ВВЭР-1000) и атомные станции теплоснабжения (АСТ-500), создаваемые в СССР, а в дальнейшем и реакторы типа ВТГР для технологического применения.

Советские читатели знают, что в нашей стране создание АТЭЦ и атомных станций промышленного теплоснабжения АСТ предусмотрено Энергетической программой СССР уже на первом этапе ее реализации. Реакторы энерготехнологического назначения должны вводиться в течение следующего, второго этапа. В представленном на симпозиуме докладе советских ученых шла речь о выборе оптимальной стратегии внедрения реакторов ВТГР энерготехнологического назначения в народное хозяйство. Было показано, что одной из наиболее подготовленных и эффективных технологий для использования ВТГР является паровая конверсия метана, процесс хорошо освоенный промышленностью, на основе которого могут быть созданы ядерно-химические и ядерно-металлургические комплексы, заводы для получения искусственного топлива — водорода, метанола. Основа комплексов атомные энерготехнологические станции (АЭТС) на базе ВТГР будут иметь общую мощность в сотни ГВт, так как потребитель их энергии — почти вся энергоменная промышленность. Первая в стране опытно-промышленная станция этого типа с ВТГР мощностью 1060 МВт уже разработана. Проектируются аналогичные станции и в других странах.

Один из руководителей Центра ядерных исследований в Юлихе (ФРГ) профессор В. Хефеле, прогнозируя перспективы ядерной энергетики, отметил важную роль реакторов на быстрых нейтронах и реакторов типа ВТГР. Особое внимание он обратил на высокотемпературные гелиевые реакторы, и для этого было основание. Уже семнадцать лет в ФРГ успешно эксплуати-

руется реактор такого типа, именуемый AVR. Его активная зона с шаровыми графитовыми тепловыделяющими элементами обеспечивает температуру гелия (на выходе) около 950 °С. Приносят удачу и эксперименты на гелиевых технологических станциях EVA-1 и EVA-2. Они осуществляют паровую конверсию метана. Мощность первой установки — 1 МВт, второй — 10 МВт.

Рассматривается проектстыковки реактора AVR (типа ВТГР) с аппаратом паровой конверсии метана. Цель — демонстрация и накопление опыта эксплуатации ядерно-технологической установки нового типа. Кроме того, по сообщению В. Хефеле, в Юлихе начато исследование термоэлектрохимического разложения воды на водород и кислород на базе ВТГР и паровой конверсии метана. В 1983 г. в г. Шмехаузене начала действовать АЭС с реактором типа ВТГР мощностью 300 МВт (э).

Профессор В. Хефеле изложил концепцию перспективной энергетической системы. Она базируется на продуктах переработки угля и природного газа с помощью энергии от ВТГР. Продуктами станут метanol, искусственный бензин, электроэнергия и низкотемпературное тепло. Выбросы вредных газов в окружающую среду обещают быть минимальными, а суммарный к. п. д. — около 58 %. Создание таких ядерно-технологических комплексов широкого назначения мыслится, как дело чрезвычайно эффективное и многообещающее.

Что сказать по этому поводу? Идея перспективна. Это подтверждается и тем фактом, что подобные исследования, проводившиеся параллельно в нашей стране, позволили включить внедрение ядерно-технологических комплексов в Энергетическую программу СССР, чтобы использовать их уже на первом ее этапе.

Достаточно большой рынок эффективного комбинированного применения промышленных АТЭЦ на базе ВТГР для технологических процессов имеется и в США. Это видно, в частности, из таблицы 2.

Причина интереса к ВТГР — достигнутые уже на практике высокие параметры теплоносителя — гелия. При достигнутых на ВТГР температурах (800—1 000 °С) открываются широкие возможности использования ядерного топлива для прямого (или через промежуточный теплоноситель) теплообеспечения технологических процессов: производства стали, нефтепродуктов, водорода, аммиака, синтетическо-

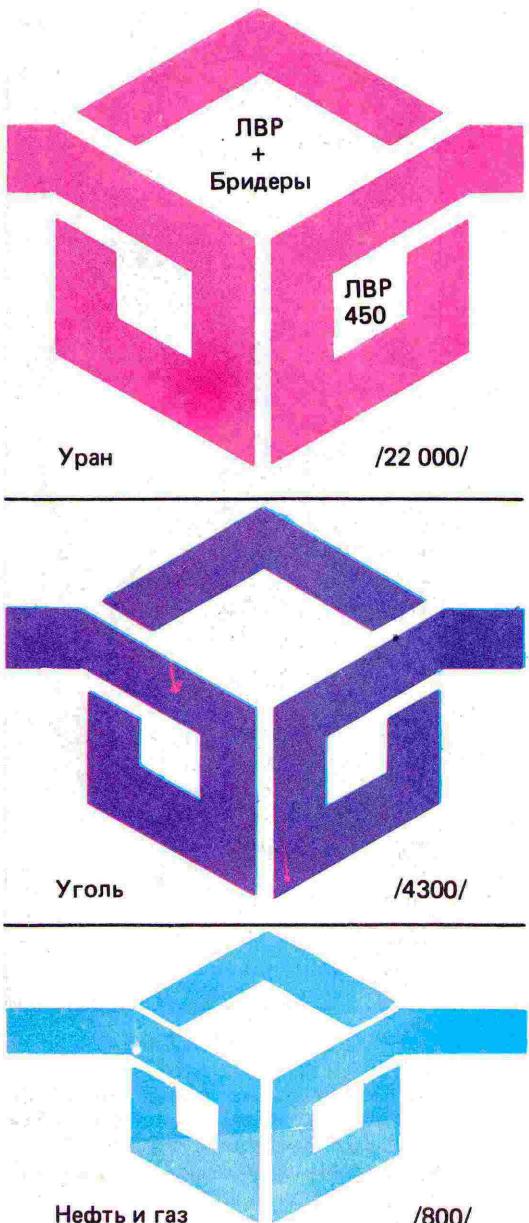


Рис. 1.

Потенциальные энергетические ресурсы планеты (по данным XII Конгресса Мировой Энергетической конференции, 1983 г.) составляют 55 550 млрд. тонн нефтяного эквивалента (т н. э.).

Из них газ — 300, нефть — 500, уголь — 4300, уран в легководных реакторах (ЛВР) — 450 млрд. т н. э.

Для сравнения напомним, что известные на сегодня мировые ресурсы составляют 780 млрд. т н. э. (доля угля в них — 50 %), а современное годовое потребление энергоресурсов достигло 6 млрд. т н. э.

го спирта, жидкого топлива и др. Расход нефти, газа в этом случае сокращается в несколько раз. При этом ВТГР успешно конкурирует даже с дешевыми углами, сжигаемыми в промышленных печах, котельных и ТЭЦ, и дают ощутимую выгоду. При извлечении вязких тяжелых нефтей с помощью закачки под землю пара использование ВТГР позволяет снизить стоимость добываемой нефти примерно вдвое. Дешевле оказываются и другие продукты технологии. Так что в будущем широкое освоение ядерной энергетикой сферы промышленной технологии сделает мирный atom, действительно, всемогущим.

Именно к этой важной характеристике ядерной энергетики привлекли внимание в своих выступлениях советские участники симпозиума. Дело в том, что безопасность существования человечества в значительной степени зависит сегодня от стабильности экономического развития отдельных государств и мира в целом. А развитие экономики прямо зависит от уровня энергетики. И чем дальше, тем больше: повышение урожайности почв, мелиорация, охрана природы, добыча и использование все более бедных руд потребуют все более совершенных технологий, ключ к которым — изобилие энергии. Прогнозы, выполненные в СССР, показывают: источник доступной энергии, которым гарантировано располагает человечество, — ядерная энергия.

Как подчеркнула на симпозиуме советская делегация, развитие ядерной энергетики ведет к созданию устойчивой энергетической базы, которая позволит мировой экономике развиваться более стабильно.

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Итак, 2-й Международный энергетический симпозиум, выводы и аргументы которого мы постарались объективно из-

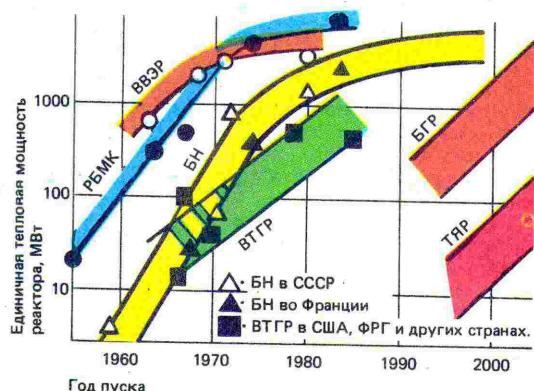


Рис. 2.
Ожидаемое развитие реакторов различных типов

ложить, дает богатую пищу для размышлений о будущем энергетики. Читатель ознакомился с наиболее интересными главами обобщенного международного прогноза, разработанного сотнями специалистов из разных стран, увидел особенности развития энергетики в разных регионах и разнообразных сферах экономики, получил возможность взглянуть на контуры грядущего XXI века.

Но... не будем чрезмерно обольщаться. Видимо, следует отдавать себе отчет в том, что многие цифры, показатели, «спроектированные» прогнозистами, достаточно условны. В картину реального будущего определяющие штрихи вносят факторы политические и социально-экономические. Многое зависит от того, например, сколько средств в мире будет отвлекаться на гонку вооружений (если она будет продолжаться), от того, насколько плановыми, научно продуманными будут процессы перестройки энергетики в различных регионах, от роли развивающихся стран и др. Разумеется, точно предсказать, предусмотреть все возможные изменения невозможно. Есть, однако, у мировой энергетики стержневая характерная черта: в силу своей капиталоемкости и многосвязности она обладает большой инерцией, не допускающей резких внезапных поворотов. Это, естественно, повышает достоверность прогнозов изменения ее структуры в ближайшие 20—30 лет. Так что лицо энергетики завтрашнего дня будут во

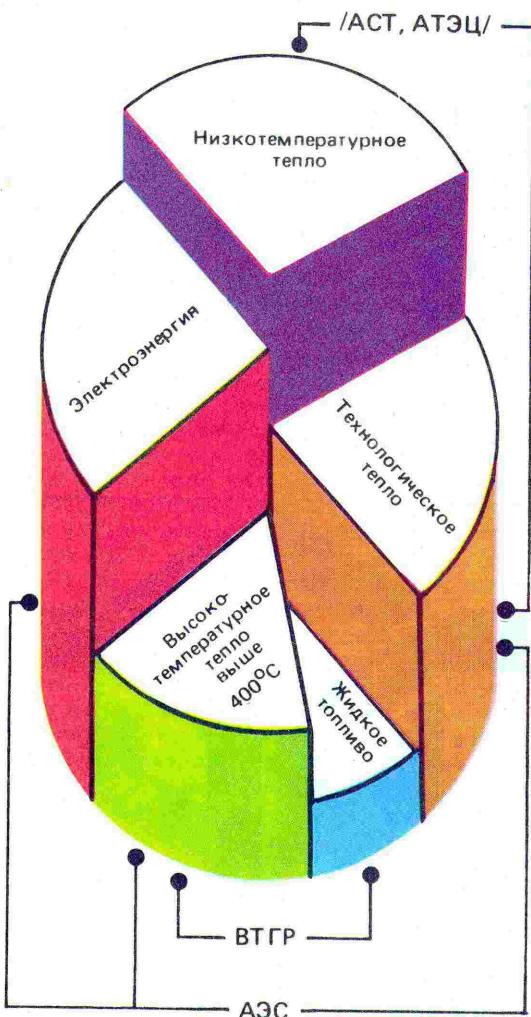


Рис. 3.
Структура потенциального рынка тепла для ядерных теплоисточников (на примере ГДР)

многом определять и современные тенденции, и сегодняшние общественные потребности. Для нас, людей социалистического общества, строящего коммунизм, мерилом темпов в создании энергетики будущего на ближайшем историческом этапе служат рубежи, определенные Энергетической программой СССР.

ПАР— ПОМОЩНИК НЕФТЕДОБЫЧИКОВ

Доктор технических наук
К. А. ЯКИМОВИЧ

Когда после недель и месяцев бурения из скважины, наконец, фонтаном ударяет нефть, нефтедобытчики на радостях готовы чуть ли не умываться ею. Их не трудно понять: тяжелая работа бригады буровиков завершилась успехом. Скважину можно передавать эксплуатационникам. Фонтан укротят, «черное золото» потечет по трубам. А дальше, вроде бы, никаких хлопот?

Если вы так думаете, то заблуждаетесь. Нефть фонтанирует далеко не из всех новых скважин. А если и фонтанирует, то недолго. Давление в недрах падает, фонтан иссякает. Вот тогда-то и начинается основной эксплуатационный период службы нефтяной скважины.

БОЛЬШЕ 80 % НЕФТИ ОСТАВАЛОСЬ В НЕДРАХ

Обычно для извлечения нефти в скважину опускают откачивающий насос. Это наиболее распространенный способ подъема нефти на поверхность. Однако насос работает продуктивно лишь тогда, когда скважина успевает все время заполняться нефтью из забоя. Но нефтяной пласт меньше всего похож на свободный резервуар. Это сложная структура, так называемый коллектор (жесткие пористые породы, песок и т. п.), поры и щели которого заполнены нефтью. Нефть как бы прилипает к стенкам щелевых каналов, и чем выше ее вязкость, тем труднее ей продвигаться по щелям и порам к скважине.

Когда нефтедобывающая промышлен-

ность только-только начинала развиваться, а нефти требовалось не так уж много, особых проблем с ее добывкой не возникало. Если скважина, даже с помощью насосов, переставала давать нефть, ее бросали и бурили новую. И не считались с тем, что из пласта извлечено всего лишь 10—20 % имеющейся в нем нефти.

Постепенно легкодоступные нефтяные месторождения были практически исчерпаны. Приходилось идти в труднопрходимые земли. Поэтому стоимость добычи нефти стала стремительно расти. Оставлять под землей 80—90 % «черного золота», к которому прикоснулись нефтедобытчики, оказалось расточительным. Мириться с этим дальше было невозможно. И тогда-то, в 50-е годы, в нашей стране стал осваиваться новый способ повышения нефтеотдачи пласта — метод заводнения.

ВОДА В РОЛИ ПОРШНЯ

Представьте, что месторождение опоясано снаружи цепочкой скважин. Пробурены скважины и в центральной части месторождения. Когда в периферийные, нагнетательные скважины закачивают воду, она подобно поршню выдавливает нефть к центральным, эксплуатационным скважинам. Взаимное расположение нагнетательных и эксплуатационных скважин может быть и другим — вода, например, закачивается в центр месторождения, а нефть откачивается из периферийных скважин.

На первых этапах освоения метод завод-

нения позволял поднять нефтеотдачу пласта до 30—40 %. Но затем выяснилось, что этот метод не лишен недостатков. Вода (вязкость ее меньше, чем у нефти) по трещинам в грунте могла прорываться от нагнетательных скважин к эксплуатационным. И тогда нефть между этими скважинами добывать оказывалось трудно, а порой и невозможно, особенно там, где у нефти высокая или даже средняя вязкость. Подобных месторождений у нас и за рубежом немало.

НОВЫЕ ИДЕИ

Ученые, инженеры стали разрабатывать новые способы нефтеотдачи пластов. Среди них сегодня наиболее активно осваиваются физико-химические и термические методы. В чем суть первых? Некоторые типы соединений, растворенных в воде (поверхностно-активные вещества и др.), способны ослаблять «сцепление» нефти с водой и твердым телом на границах двух сред. Возможен и другой путь: использовать вещества (полимеры), которые позволяют увеличить вязкость воды и приблизить ее к вязкости нефти, повысив тем самым эффективность вытеснения нефти из коллектора.

Смысл термических методов в ином: нагрев нефтяного пласта существенно снижает вязкость нефти и увеличивает ее объем, облегчая при этом вытеснение нефти из коллектора. Данный метод в сочетании с другими попутными процессами (растворением в нефти углекислоты, продуктов сгорания и др.) весьма эффективен, особенно для высоковязких нефтей.

ДВА ПУТИ ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ

Идея использования тепла для увеличения нефтеотдачи пластов принадлежит советским ученым. Академики И. М. Губкин, Л. С. Лейбензон, сотрудник Государственного исследовательского нефтяного института А. Б. Шейнман, К. К. Дубровой и др. еще в начале 30-х годов провели лабораторные эксперименты и выдвинули обоснованное предложение — испытать термический способ на практике.

В последующем термические методы воздействия на пласт разделились на два направления. Одно — прогрев пласта горячей водой, паром, горячими продуктами сгорания топлива, подводимыми к пласту извне. Другое — прогрев пласта за счет

сжигания некоторой доли нефти непосредственно в пласте при подаче в забой воздуха.

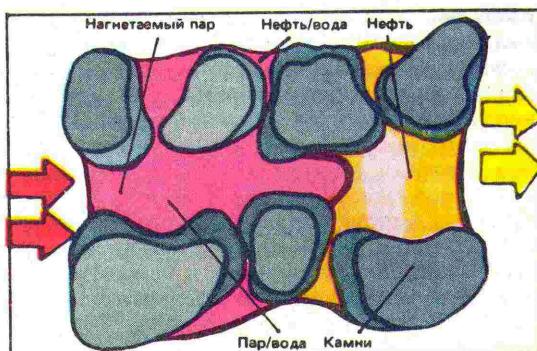
По достигнутой эффективности сейчас у нас и за рубежом термические методы занимают ведущее место. Судя по данным мировой печати, из них наиболее широко освоен метод паротеплового воздействия. За счет этого метода в мире ныне получают около 90 % нефти, добываемой всеми методами повышения нефтеотдачи. Причем темпы внедрения в практику довольно высоки. Так, путем паротеплового воздействия в США за 1980 г. было дополнительно добыто около 8 млн. т нефти, а в 1982 — уже 14 млн. т.

ВЗГЛЯНЕМ НА РИСУНКИ

Пар нагнетается в скважину, соприкасается с нефтяным пластом. Что при этом происходит? (См. рис. 1). Он отдает тепло, конденсируется, частично смешивается с нефтью. Несколько дальше от границы с нефтью в пласте образуется трехкомпонентная смесь — нефть, вода и водяной пар. Ближе к нагнетательной скважине в смеси преобладает паровая фракция, а у самой скважины находится практически чистый пар, поступающий из парогенератора. Он-то и воздействует на всю систему между скважинами — нагнетательной и эксплуатационной, прогревает и проталкивает нефть (на рис. 2 вы видите схему этого процесса).

Из эксплуатационной скважины нефть (точнее — смесь нефти с водой) откачивается насосами, подается в хранилище. Тут нефть отделяется от воды, поступает

Рис. 1.
Принцип паротеплового воздействия на нефтяной коллектор



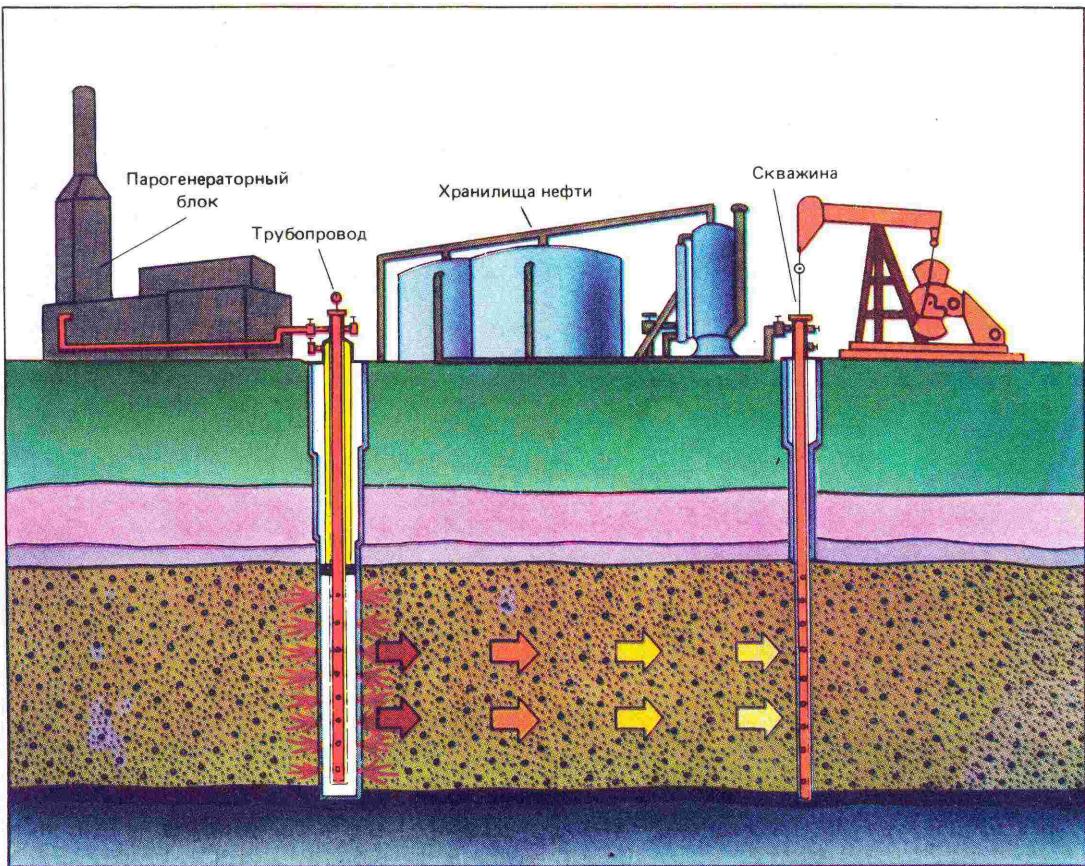
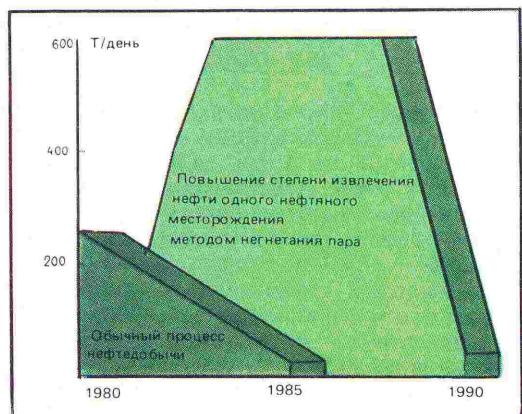


Рис. 2.
Схема технологии добычи нефти с использованием пара

Рис. 3.
Вот что дает применение пара при добывче нефти



в нефтепровод. А вода после обработки направляется в парогенератор, чтобы, превратясь в пар, снова вернуться в скважину. Эффект от использования пара при добывче нефти иллюстрируется рисунком 3.

Как и при методе заводнения, паротепловое воздействие требует определенного размещения нагнетательных и эксплуатационных скважин. Один из примеров (см. рис. 4) — пар подается через центральную скважину, а водонефтяная смесь откачивается через периферийные. Обычно, в зависимости от характера месторождения, расстояние между скважинами составляет 100—200 м.

ТРЕБУЮТСЯ ПАРОГЕНЕРАТОРЫ

Для того, чтобы внедрить в практику метод паротеплового воздействия на нефтяные пластины, нужно решить еще немало проблем. Прежде всего требуются парогенераторы, которые давали бы пар не-

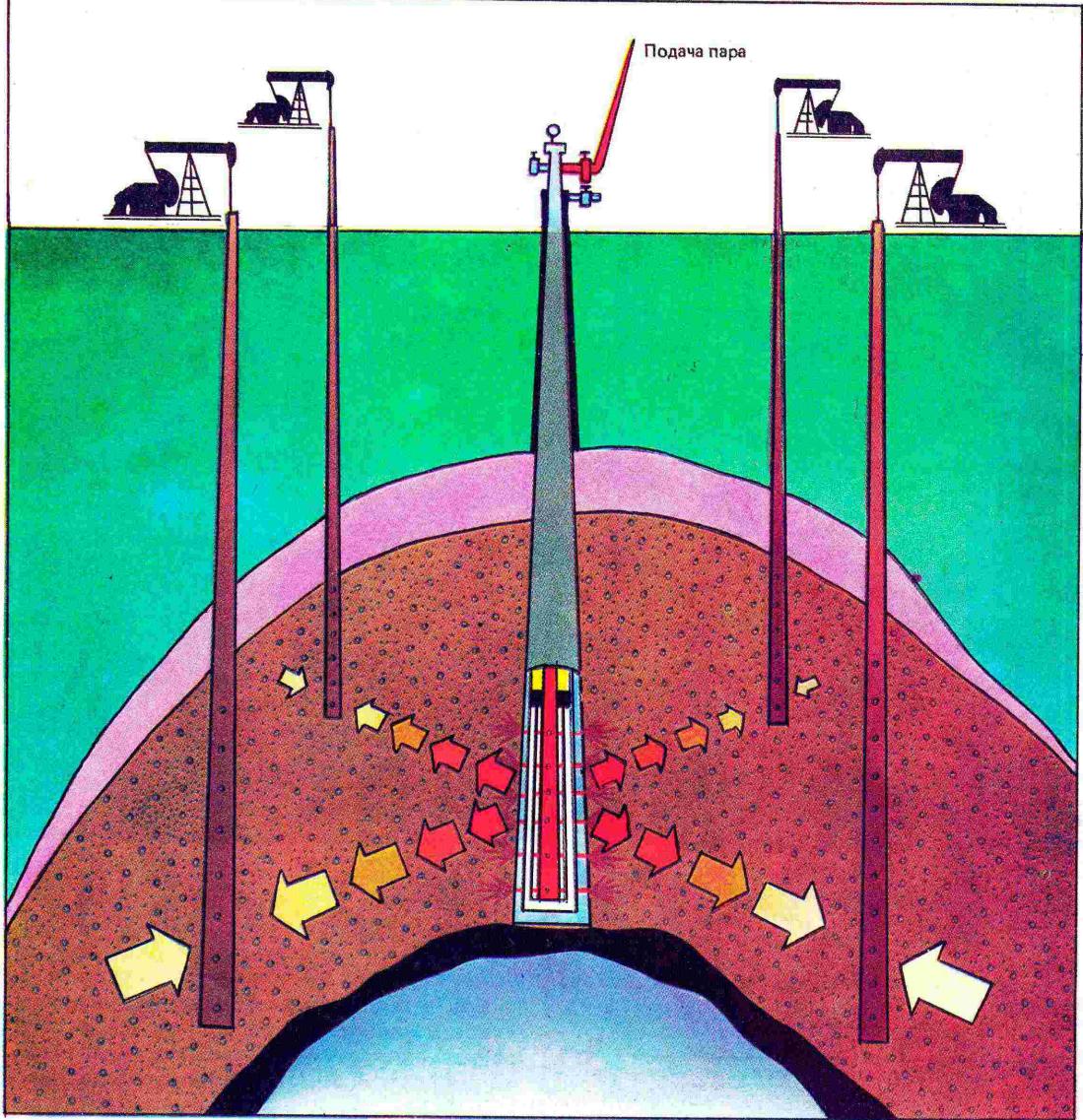


Рис. 4.
Один из вариантов размещения скважин при паротепловом воздействии

обходимых параметров. Как правило, в пласты закачивают пар со степенью сухости 0,8 (т. е. содержащий 80 % сухого пара и 20 % воды — по массе). В этом случае предварительная подготовка воды, очистка ее от вредных примесей упрощается.

Давление пара и его температура, когда пар влажный, взаимосвязаны. По мере

увеличения глубины разработки давление теплоносителя приходится поднимать. Ведь на глубине 1 км давление грунта примерно 10 МПа. Чтобы преодолеть гидравлическое сопротивление нефтяного пласта, пар должен иметь давление еще больше.

Необходимо, чтобы парогенераторы были компактны и экономичны. Компактны потому, что по мере истощения одного месторождения их приходится транспортировать на другое.

Наша промышленность выпускает раз-

личные парогенераторы для повышения нефтеотдачи пластов. Большинство их пока проходит стадию опытной эксплуатации. Продолжается создание новых конструкций. В частности, в Институте высоких температур АН СССР для нефтяной промышленности разрабатываются парогенераторы различной производительности. При этом применяются традиционные конструктивные решения и нетрадиционные. В последнем случае, используя новейшие достижения из области теплофизики и заимствуя некоторые подходы из ракетной техники, удалось разработать такой парогенератор (т. н. цилиндрический прямоточный), который в 10 раз легче существующих (при той же паропроизводительности). Выигрыш по компактности у него еще больший. Нетрудно представить сколько ценного металла и работы будет сэкономлено при внедрении этой новинки в практику.

РЕШАЮЩИЙ ФАКТОР — ЭКОНОМИЧНОСТЬ

Экономичность работы парогенератора и всего процесса паротеплового воздействия на нефтяной пласт — важнейшее условие. Бессмысленно, например, вести процесс паротеплового воздействия, если всю нефть дополнительно добытую за счет пара, придется сжечь, чтобы получить то же количество пара. Процесс будет выгоден, как подсчитали экономисты, если на получение пара будет уходить не больше 30 % добытой с его помощью нефти.

Тут же и другой вопрос. Допустим, на земле парогенератор работает экономично. А как с подачей пара на глубину? Пока пар дойдет до нефтяного пласта, он потеряет часть тепла. Во-первых, на поверхности через стенки паропровода, а во-вторых, в самой скважине. Тут потери тепла особенно велики. Ведь скважины ныне глубоки (1,5—3 км — не исключение), а диаметр невелик (150—200 мм). На долгом пути к пласту пар может потерять до 30 % тепла.

Напрашивается требование — создать теплоизолированные трубы. Они в мире созданы, но изготовление и монтаж этих труб сложен и дорог. В США, например, 1 погонный метр подобной трубы стоит 200 долларов. Легко подсчитать, во сколько обойдется из таких труб паропровод глубиной, например, в 2 км.

Чтобы преодолеть трудности, о которых говорилось выше, ученые предложили со-

здать парогенератор, который можно было бы установить не на поверхности, а на глубине, в самой скважине на уровне нефтяного пласта (или, как говорят, на забое скважины). Практически без потерь тепла пар сразу же поступал бы в пласт.

Конечно, создание такой техники — дело непростое. Однако у нас и за рубежом работы в этом направлении ведутся широким фронтом. Предстоит создать специальную систему трубопроводов для подачи питательной воды, топлива (природного газа или нефти), окислителя (обычно это воздух), а также для выведения на поверхность земли продуктов сгорания. Все это — для так называемого глубинного парогенератора. Продукты сгорания можно смешивать с паром и направлять в пласт. Это будет уже так называемый глубинный парогазогенератор.

Нефть добывают не только через скважины, но и шахтным способом, если приходится иметь дело с тяжелой, вязкой нефтью, как например, в Коми АССР на Ярегском участке. И в этом случае применение пара дает возможность увеличить нефтеотдачу пласта.

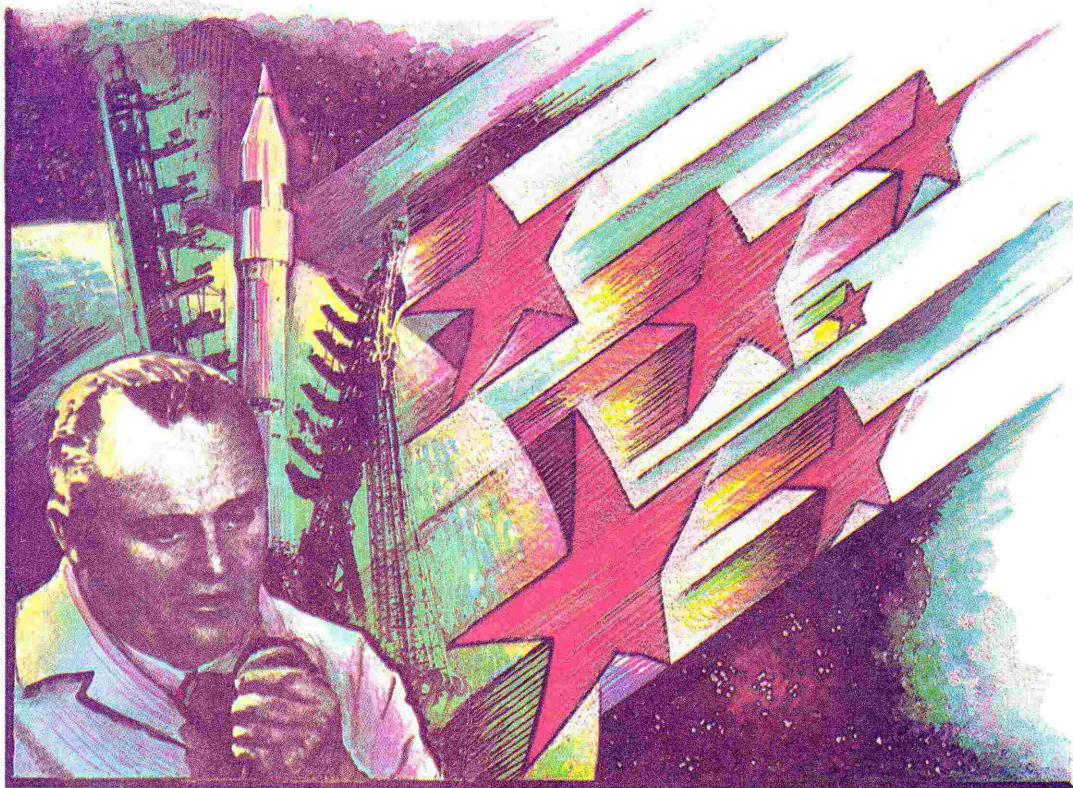
ДЕЛО — ПЕРСПЕКТИВНОЕ

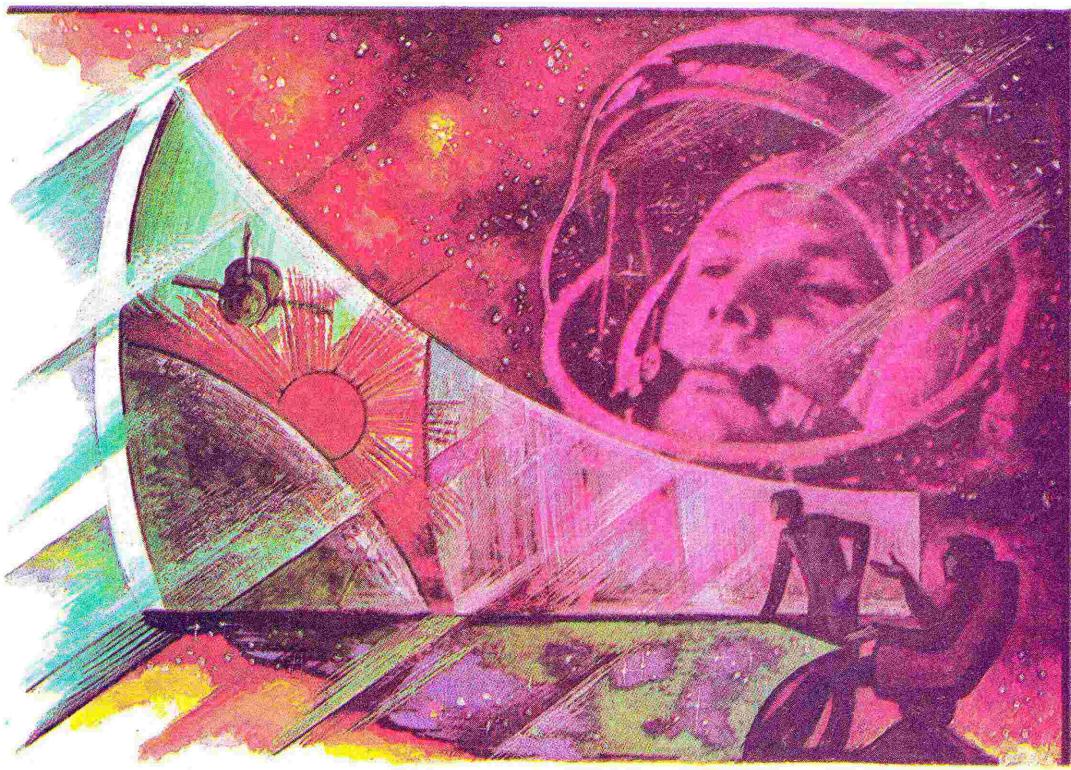
До 55—60 % можно увеличить нефтеотдачу пласта паротепловым воздействием. По сравнению с прежними 30—40 %, а тем более с 10—20 % это огромный шаг. Но чтобы его сделать, нужно решить целый комплекс сложных взаимосвязанных задач — от создания совершенных парогенераторов и другого оборудования до разработки методов диагностики нефтяного пласта при термическом воздействии. Тут обширное поле деятельности для ученых, инженеров, конструкторов. И прежде всего — для молодежи. Для тех, кто в начале пути ищет, выбирает профессию, чтобы получить от работы наибольшее удовлетворение и помочь развитию народного хозяйства страны.

ФАНТАСТИЧЕСКИЙ РАССКАЗ

СОБЫТИЕ

Летчик-космонавт СССР
Юрий ГЛАЗКОВ





Планета образовалась, как и многие другие, из космической пыли и «ничейных» частиц. Взлеты развития разума сменялись падением. Затем снова взлет. И опять падение... и — взлет.

Люди накапливали знания, теряли их, приобретали вновь, снова теряли и опять карабкались вверх, к вершинам познания. Наступило время, и планета готовилась к новому броску за новыми знаниями...

Ракета стояла на стартовой позиции, устремив вершину в небо, к звезде. Она была красива, эта белая высокая ракета. Расширенное книзу основание создавало ощущение устойчивости, надежности и мощи. Узкая часть, плавно вытекающая из мощного основания, заканчивалась острой вершиной самого космического корабля. Люди сновали на стапелях, окружающих ракету снизу доверху. Шла подготовка к старта.

На бетонном квадрате появился автобус. Все оживились и устремились к нему. Автобус остановился, неуклюже спустился человек, облаченный в яркооранжевый скафандр. Впервые здесь, на космодроме,

отчетливо и ясно прозвучало новое слово — КОСМОНАВТ. Слово было торжественное и необычное, а материализованное воплощение его выглядело обычным и добродушным: сутуловатая от скафандра фигура вызывала сочувствие, а перчатки, болтающиеся на веревочке, прошитой за шеей, делали всю фигуру космонавта по-детски трогательной.

— К полету готов,— кратко доложил космонавт.

Лифт доставил его к вершине корабля, и он исчез в зияющей округлости люка. Люк задраили, космонавт остался один на один с машиной ракеты, с премудростью ее электронных устройств. Он отлично разбирался во всем, что придумали и создали сотни и тысячи людей его страны.

Космонавт был светел умом, прост и спокоен. Чистые, голубые глаза его впитали цвета океанов и неба, высокий лоб — талант своего народа.

Зажигались и гасли транспаранты — это включались для проверки многочисленные системы и приборы космического корабля. Зеленым светились готовые к

старту системы. Голос космонавта звенел из динамиков. Он рассказывал о жизни корабля, которому доверил себя на земле и там, в космосе, где никто из разумных существ планеты еще не был. Он был ПЕРВЫМ.

Работа шла своим чередом. Вот отошли тяжелые фермы. Теперь ракету держали только цепкие руки притяжения. Планета еще не расставалась со своим сыном, смелым и дерзким.

Вот и время взлета...

Человек с высоким, массивным лбом, широкий в плечах, впился крупными руками в микрофон:

— Счастливой тебе дороги,— волнуясь, напутствовал он.

Его голос услышали все. И космонавт. Он улыбнулся и задорно крикнул в ответ:

— Поехали!

Он был молод, очень молод, ПЕРВЫЙ космонавт Планеты.

Ракета ожила, пламя осветило «фундамент» величавого сооружения. Сначала медленно и, словно бы нехотя просыпаясь, ракета, как древний русский богатырь, оторвалась от бетона и металла, а потом устремилась в неизведанное, черное и бесконечное пространство.

Линия полета протянулась в космос и, не замкнувшись над планетой, устремилась вниз. С орбиты слышался голос космонавта. Его восхищение красотой планеты сменялось деловыми словами о работе корабля, о самочувствии, о первой встрече с невесомостью. Но вот голос стал глушше, натуженнее.

Своего посланца планета встречала навалившейся тяжестью, объятия ее были сильными и могучими. Нога космонавта снова ступила на Землю. Планета была счастлива, ее люди доказали свою смелость и мудрость...

Кор привычно бросил взгляд на экран. Сегодня просматривался сектор звездной системы, где уже зародилась жизнь и появились первые вестники космического века — спутники, взлетавшие один за другим с разных концов планеты. Беспррастные компьютеры Центра Галактики зафиксировали появление еще одного спутника.

Кор уже хотел перевести экран в другой сектор, но остановился, вскочил и радостно побежал к «Познающему мир». Такого еще не бывало, ибо в Центре всегда господствовали тишина и спокойствие.

Бор удивленно поднял глаза на ворвавшегося Кора.

— Познающий, у нас радость, позволь тебе поздравить, в Галактике появилась еще одна планета, победившая тяжесть — разумные третьей планеты желтой звезды вывели в пространство корабль с себе подобным, с разумным, Бор. Он уже на планете, все кончилось хорошо. Планета ликует. Бор, тебе просто везет, это уже пятая планета, запускающая разум при твоем дежурстве!

Бор не сводил глаз с радостного Кора.

— Не пятая, Кор, их осталось три. Две разрушили друг друга. Настал трудный век и для этой красивой планеты, маленькой и красивой, Кор. В руках ее разумных огромная энергия, знания и необъятное пространство. Как они распорядятся всем этим, Кор? Пусть путь их будет разумен и светел, пусть они сумеют сохранить Разум!

Кор возвратился к экрану и долго всматривался в планету — изумруд, кружящийся в бесконечном танце вокруг желтой звезды. Красота чужого мира зачаровывала Кора и казалась ему совершенной и вечной.

— Сколько же придется пережить вам, разумные, чтобы люди смогли понять, чем они обладают, в какой красоте живут, что им подарила природа. Вот бы их сюда, к экрану Галактики, где видны и развитие, и разрушение, — думал Кор, вспоминая слова мудрого Бора, и перевел экран в сектор фиолетовой звезды с роем планет. Там зарождалась робкая, хрупкая жизнь.

ОТВЕТЫ НА КРОССВОРД, ОПУБЛИКОВАННЫЙ В № 3

ПО ГОРИЗОНТАЛИ: 3. Водород. 4. Ибикон. 6. Аналог. 8. Работа. 10. Катион. 12. Топка. 14. Магнето. 16. Аргон. 20. Котел. 22. Метанол. 23. Онагр. 24. Бумага. 26. Протон. 27. Барион. 28. Кабина. 29. Дилемма.

ПО ВЕРТИКАЛИ: 1. Корона. 2. Горняк. 5. Бабка. 7. Осина. 9. Темп. 11. Анод. 13. Пульт. 15. Недра. 17. Гамма. 18. Смог. 19. Хлор. 21. Лемма. 23. Октан. 25. Адонис. 26. Плазма.

ИЗОБРЕТЕНИЯ В ПОЖАРНОМ ПОРЯДКЕ

Игорь ЧУТКО

Лабораторные эксперименты обещали многое. По ним выходило, что страшные пожары газовых и нефтегазовых фонтанов, горящие иногда месяцами, в скором будущем удастся тушить за секунды, просто нажав кнопку на пульте диспетчера. А то и кнопку нажимать не придется — автоматика будет подавлять вспышки в зародыше, сама. Подобные обещания не рекомендуется принимать на веру. Первые эксперименты ставились всего лишь на комнатных моделях, где вместо могучего фонтана высотой в десятки метров — струйка газа от кухонной горелки, вместо реактивной установки, которая установлена на автомобиле, — что-то вроде игрушечного ухватика: разомкнутое кольцо на длинной ручке, а вместо натуральных пожарных брандспойтов — брызгалки, изготовленные из стерженьков от шариковых ручек... А в жизни?...

На кафедре Высшей инженерной пожарно-технической школы МВД СССР хранят номер «Литературной газеты» от 1 января 1973 года с репортажем о пожаре газо-нефтяного фонтана в Варьёганском своде в Тюменской области. С неба там, писали очевидцы-корреспонденты, валились жареные утки и куропатки, а в старице недалеко от скважины сварилась рыба. Тушили этот пожар, подвезя к нему реактивные установки, и когда одну из них нечаянно направили на ближний лес, она как бритвой срезала несколько кедров на опушке...

Положим, по обыкновению очевидцев кое-что здесь явно преувеличено. В частности, струя от реактивного авиадвигателя, установленного на противопожарной машине, уже метрах в десяти от сопла не срежет и карандаш, не то что кедр. Но специалистам-пожарным репортаж нравится за художественность: газетный лист до того затерт, что разваливается по сгибам.

В целом, говорят специалисты, « дух » операции тушения, несмотря на отдельные досадные неточности, передан в газете исключительно верно, — такие пожары сходны с извержениями вулканов. Бывали случаи, когда горящий фонтан потушить не удавалось, и скважина гибла или огонь полыхал, пока не истощалось месторождение. Уходили на это годы, было, что и десятилетия.

Но обратимся к строгим отчетам.

Газ, чистый или смешанный с нефтью, выходит из скважины под давлением в 300—500 и даже более атмосфер. Рев струи и пламени слышен за километры, а вблизи невыносим — превышает болевой порог. В воздух летят трубы, многотонные части арматуры, куски породы. Высота факела — до 100 м, в нем плавятся стальные конструкции, земля вокруг раскалена. Не охладив ее водой, и без теплозащитной одежды подойти к фонтану ближе чем на 80—100 м нельзя.

А подойти надо. Не подойдя, пожар не потушишь, скважину не закроешь.

Это самое трудное и опасное: потушить пламя, закрыть скважину — без промедления, надежно, иначе растущее над ней газовое и паровое облако уже не просто вновь вспыхнет от малейшей искры, а взорвется. Дебит (расход), в частности, варягансской скважины — 11 млн. м³/сут., бывает — больше 15 млн., то есть газа над такой скважиной ежесекундно накапливается 150—180 м³.

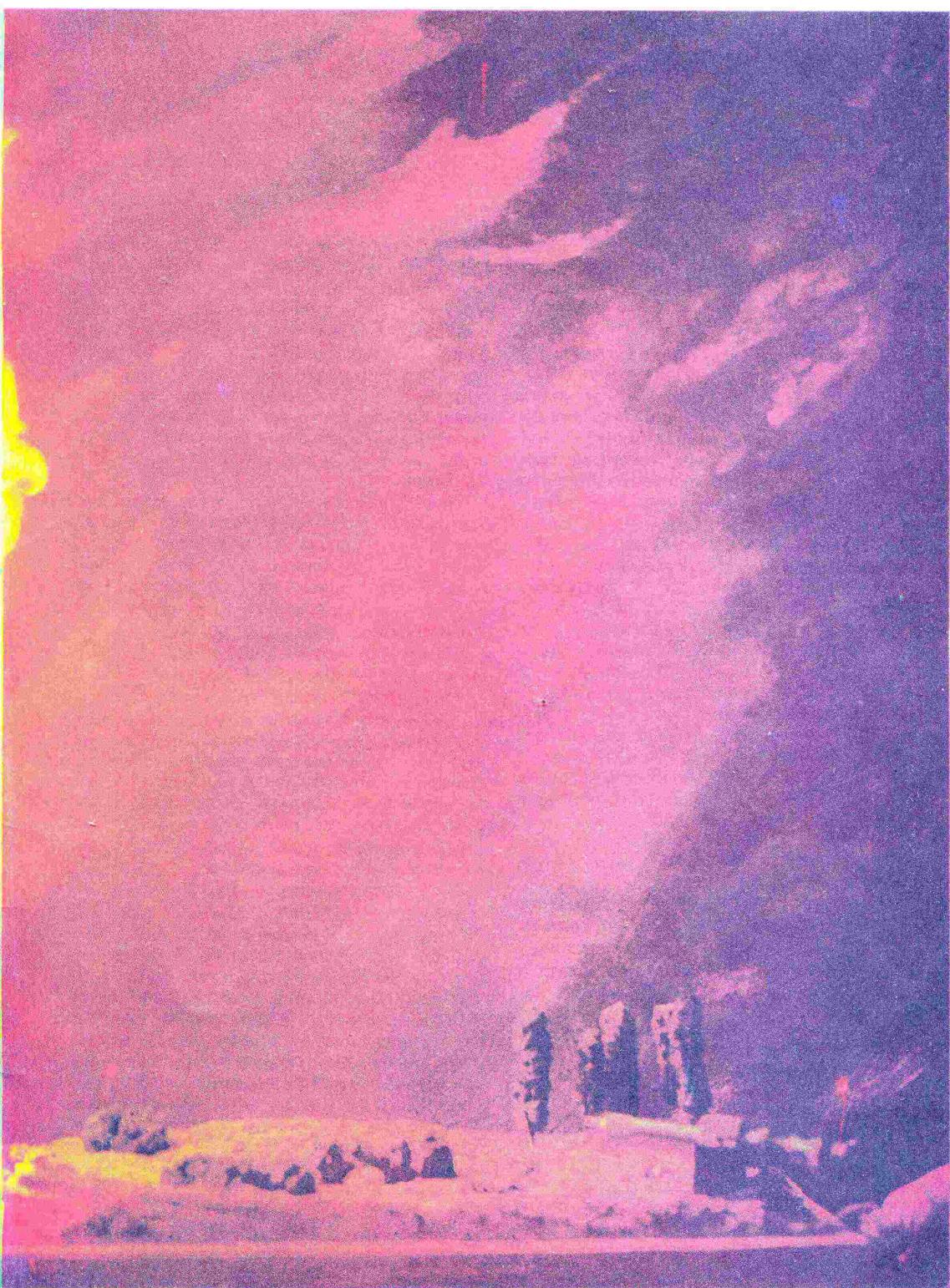
Понятно, что это будет за взрыв... Следовательно, вероятность его должна быть максимально снижена, пока на устье скважины не опустят тяжелое устройство, так называемый превентор. Подтаскивают идерживают пляшущий в газовой струе превентор тракторы — врастяжку на тросах, а подгоняют к месту и закрепляют люди, ремонтники, вручную. Им, значит, и достаются главные беды в случае чего...

По всем этим причинам к атаке на пылающий фонтан готовятся каждый раз 200—300 бойцов, готовятся технически, тактически и психологически. Тем временем в районе скважины устраивают проходы и площадки, артиллерийским огнем сбивают с устья уцелевшую арматуру (не сбитая, она дробит фонтан, а раздробленный — потушить намного труднее).

Все это обходится недешево! Доставка машин, содержание людей, энергия... Даже вода — а она пока остается одним из лучших огнегасительных средств — не всегда дешева, не везде в изобилии. В засушливой или холодной местности ее приходится запасать, сооружая водохранилища емкостью до 5000 м³ и водопроводы протяженностью порой в несколько километров.

В Высшей инженерной пожарно-технической школе МВД СССР решили обратиться к «чистой» науке, к тепловой теории затухания пламени. В 30—40-х годах ее разработали (применительно к внутренней баллистике ракетных и воздушно-





реактивных двигателей) выдающиеся советские физики Я. Б. Зельдович, Д. А. Франк-Каменецкий и другие. Теперь она сослужила новую службу. Расчеты, показали, сколько нужно воды для тушения горящих веществ и материалов в любом их агрегатном состоянии. И получилось, что в действительности на мощных фонтанах расходы воды (до 1000 л/сек) в 3—3,5 раза больше требующихся теоретически. Еще разительнее было сравнение суммарных теоретических и практических расходов: горящий фонтан, оказалось, пожарные атакуют гораздо дальше, чем следовало бы по науке, — и в результате примерно 99% воды льют в огонь зря. На процесс тушения пламени для самого страшного из возможных пожаров требуется запасать не 5000 м³ воды, а всего лишь 50 м³. Одну железнодорожную цистерну вместо нескольких составов!

Однако практика — дело тоже нешуточное. Причины водной расточительности на пожарах известны и, как показывал опыт, неустранимы, пока не будут в корне изменены техника и способы подачи воды в фонтан. Когда ее подают издалека, сильными компактными струями, на пробивает фонтан насеквоздь. Пожарники в этих условиях не в состоянии действовать синхронно: дружно отеснить пламя, сбить его, не дать ему проскочить обратно к устью скважины. Установка с реактивным авиадвигателем лучше, но и ее атаку должны, как правило, поддерживать так называемые ствольщики. Кроме того, с иным пожаром могут справиться лишь несколько установок. Ко всему этому еще и ветер снижает дальность устремления, работающих с больших расстояний, мешает направлять водяные струи, отклоняет их.

А ведь есть уже другая техника тушения пожаров. В авиации, например, и на кораблях во всех пожароопасных местах монтируются коллекторы, которые мгновенно, автоматически подают из сопел огнегасительный состав — подают куда надо, сколько надо и с кратчайших дистанций. Опыт этот давно не новость, однако применительно к мощным газовым фонтанам его следовало критически переосмыслить.

В школе пожарных инженеров сконструирована и уже проверена в натурных условиях экспериментальная система СДТФ—800 — система дистанционного тушения газовых фонтанов с дебитом до 10 млн. м³/сут. Это как бы огромный ухват, во много раз увеличенная копия

того лабораторного ухватика, с которого начались опыты в пожарной школе. Трактор надвигает ухват так, чтобы его рога охватили устье скважины. На рогаче укреплены стандартные стволы, наклоном которых управляет оператор из закрытой кабины.

Вот, собственно, и все... Воду насосная станция подает из емкости, установленной на подвижной платформе-прицепе, или из наземного источника, резервуара. Стволы могут иметь разные насадки, в разных сочетаниях: для подачи компактных струй и распыленных — в зависимости от особенностей фонтана, режима горения, формы и структуры факела. Трактор, тракториста и оператора защищает от теплового излучения вода: она орошают все открытые тепловым лучам поверхности установки, а также пневмоцилиндры управления стволами. Расход воды на эти цели невелик: всего 10—15 л/сек.

Теоретические выводы полностью подтверждены экспериментами. Новая система по всем показателям значительно эффективнее, надежнее и дешевле газоводяной с реактивным авиадвигателем, которую до сих пор считали наиболее прогрессивной.

Сравнительные характеристики установок, полученные уже не в лаборатории, а на полигонах, таковы:

установки, получившие наименование СДТФ—200 и СДТФ—800 работают бесшумно, одна система может потушить фонтан с дебитом до 10 млн. м³/сут, в то время как реактивная — с дебитом максимум 3 млн. м³.

Весит реактивная 11 т, СДТФ — всего 0,5—0,6 т. Стоимость реактивной — 28 000 руб., а новой — 1300 руб.

Время тушения. Соответственно — 15 мин (и то лишь при удаче с первой попытки) и с гарантией 2—3 мин для СДТФ. Причем, что тоже существенно, — чем выше скорость газовой струи, то есть чем больше дебит фонтана, тем его легче и быстрее тушит новая система.

Такую систему можно полностью автоматизировать или управлять ею с больших расстояний по радио. И, наконец, можно сделать профилактической, т. е. не подвозить ее к месту пожара, а держать на скважине постоянно.

Не успокоившись на достигнутом, коллектив авторов (руководитель — доктор технических наук И. М. Абдурагимов) в развитие первой разработал еще одну

установку. Ту, первую, надо было надвигать на устье, расчищая для этого площадку, хотя и втрое меньшую по размерам, чем для реактивных установок. Работа требовалась героическая — под факелом высотой 50—70 м, на почве, раскаленной почти до 200 °С.

Теперь это отпадает. Недавно на полигоне была испытана установка, которую не надо надвигать на устье: с достаточно большого расстояния она дает по фонтану залп огнетушащим порошком из нескольких стволов. Порошок втягивается в струю (тут «работает» аэродинамика газовой струи и факела) — и пожар прекращается.

На испытаниях фонтан с дебитом около 10 млн. м³, высотой более 70 м был потужен одновременным залпом из двух установок. Порошка на это израсходовано меньше 150 кг.

Разработана в школе и еще одна установка: изобретенное тем же коллективом устройство для защиты людей и техники от жара — водяная завеса. Под такой завесой, в «коридоре безопасности» шириной 4—6 м, можно работать длительное время голыми руками и не защищая лица.

Рисковать на газонефтяных фонтанах больше не придется, технику безопасности сменит безопасная техника.

ЗАДАЧИ

1. К клеммам трансформатора подключены электрическая сеть сопротивлением R и полезная нагрузка мощностью N , рассчитанная на номинальное напряжение U . Как изменятся потери в сети, если потребитель включит параллельно еще одну такую же нагрузку? Напряжение на клеммах трансформатора считать постоянным.

2. Электро- и теплоснабжение города осуществляется от ТЭЦ, мощность которой выбрана исходя из тепловой нагрузки, а вырабатываемая ею электрическая мощность превышает потребности города, поэтому часть её передается внешней энергосистеме. Ясно, что при этом приходится сжигать топлива больше, чем это необходимо для энергоснабжения города.

Предложите такую термодинамически оптимальную схему, которая обеспечивала бы город необходимым теплом и электроэнергией при минимальном количестве используемого топлива и отсутствии экспорта энергии.

O. B. НАЗАРОВА

РЕНТГЕНОВСКИЙ ЛАЗЕР

В США на базе ускорителя частиц создается рентгеновский лазер, представляющий собой многомодульный радиальный генератор, вырабатывающий электрические импульсы мощностью 5 трлн. Вт.

В центр генератора с высокой скоростью вводится цилиндрическая струя из смеси инертных газов: неона, аргона, криптона и ксенона. Ток генератора обеспечивает создание мощного магнитного давления, сжимающего газовую смесь, в результате чего образуется плазма с температурой в несколько миллионов градусов, испускающая рентгеновские лучи. Как показывают эксперименты, в нетепловое рентгеновское излучение преобразуется свыше 10% затрачиваемой энергии, а энергия фотонов излучения превышает 1 кэВ.

«Chemical and Engineering News», 1984, v. 62, № 40

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

академик

В. А. КИРИЛЛИН**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Ответственный секретарь

Е. И. БАЛАНОВ

Летчик-космонавт СССР

кандидат психологических наук
Г. Т. БЕРЕГОВОЙ

Член-корреспондент АН СССР

Л. М. БИБЕРМАН

Академик

Е. П. ВЕЛИХОВ

Кандидат экономических наук

Д. Б. ВОЛЬФБЕРГ

Кандидат экономических наук

А. Г. ГАДЖИЕВ

Редактор отдела

Ю. А. ДВОРЯДКИН

Академик

К. С. ДЕМИРЧЯН

Заместитель главного редактора

А. Б. ДИХТЯРЬ

Член-корреспондент АН СССР

И. Я. ЕМЕЛЬЯНОВ

Академик

В. А. ЛЕГАСОВ

Доктор физико-математических наук

Л. В. ЛЕСКОВ

Кандидат филологических наук

Е. С. ЛИХТЕНШТЕЙН

Академик

А. А. ЛОГУНОВ

Первый заместитель министра

энергетики и электрификации СССР

А. Н. МАКУХИН

Заместитель главного редактора

кандидат физико-математических наук

С. П. МАЛЫШЕНКО

Академик

Л. А. МЕЛЕНТЬЕВ

Член-корреспондент АН СССР

А. А. САРКИСОВ

Доктор экономических наук

Ю. В. СИНЯК

Академик

М. А. СТЫРИКОВИЧ

Член-корреспондент АН СССР

Л. Н. СУМАРОКОВ

Доктор технических наук

В. В. СЫЧЕВ

Редактор отдела

кандидат военных наук

В. П. ЧЕРВОНОБАБ

Академик

А. Е. ШЕЙНДЛИН

Доктор технических наук

Э. Э. ШПИЛЬРАЙН

Редактор отдела

Р. Л. ЩЕРБАКОВ

Над номером работали художники:

В. Иванов, С. Казаков, В. Киреев,

В. Коваль, В. Кривда, А. Шлосберг

В номере использованы фотографии

В. Каюш, Р. Мусина, В. Резникова,

Е. Павлова, И. Фаткина

Корректоры

Т. С. Жиздрикова, В. Г. Овсянникова

Главный художник С. Б. ШЕХОВ

Художественный редактор

М. А. СЕПЕТЧЯН

Заведующая редакцией Т. А. ШИЛЬДКРЕТ

Номер готовили редакторы:

И. Г. Вирко, С. З. Гущев, Ю. А. Дворядкин

Л. Ю. Камочкина, Ю. А. Медведев

С. Н. Пшироков, Е. М. Самсонова

В. П. Червонобаб, Р. Л. Щербаков

На четвёртой стр. обложки —

Камчатка, Долина Гейзеров.

Фото В. Каюш

Адрес редакции: 111250, Москва, Е-250

Красноказарменная ул., 17а,

тел.: 362-07-82, 273-57-88

Ордена Трудового Красного Знамени

издательство «Наука», Москва

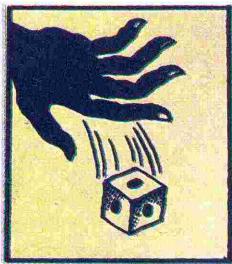
Сдано в набор 11.03.85. Подписано к печати 04.04.85. Т-03404. Формат 70×100 1/16. Офсетная печать. Усл. печ. л. 5,2. Усл. кр.-отт. 347 тыс. Уч. изд. л. 6,7. Бум. л. 2. Тираж 20 535 экз. Зак. 580.

Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат ВО «Союзполиграфпром» Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 142300 г. Чехов Московской области

Энергия:

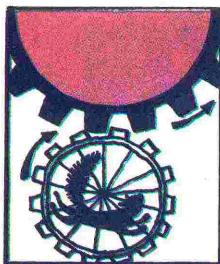
1 апрЕля

экономика,



Юмористическое приложение

техника,



экология



Требуется редактор.

Параметры прилагаются



ПЕРВОАПРЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ

ПОСКОЛЬКУ В ДЕНЬ СМЕХА УМЕСТНЫ ДРУЖЕСКИЕ РОЗЫГРЫШИ, ПРЕДЛАГАЕТСЯ:

1. Любителям чтения в транспорте — относиться к конечным остановкам как к бесконечным.
 2. Для всех желающих — перенести час «пик» на удобное для них время.
 3. Для любителей старины — выпустить долгиграющую пластинку с записью на мебельный гарнитур «Вивальди».
 4. *
- * этот пункт проекта напечатан симпатической типографской краской.

АНТОЛОГИЯ ПЕРВОАПРЕЛЬСКИХ ШУТОК

Год назад, шефу Скотленд Ярда Джону Б. в качестве первоапрельской шутки вместо автомобиля подали коня. Джон Б., сам большой любитель пошутить, спросил у коня: «Шеф, к площади Пикадилли подбросишь?» На что конь, также известный шутник, ответил: «Еду в Гайд-парк, шеф!»

«СКОРПИОН» У ВАС ДОМА
Первоапрельская механическая шутка

СДЕЛАЙ САМ

инв. № 572

SCORPIO

Южно-Туркменская энтомологическая экспедиция.
Кара-Кала, 1.4.85

Рис. 1 Пакетик

Изготовьте пакетик из плотной бумаги [рис. 1], а также «скорпиона» [рис. 2]. Закрутите пуговицу до упора, вложите «скорпиона» в пакетик, обвязите пакетик так, чтобы «скорпион» раньше времени не вырвался и подайте непосвященному со словами: «Засущенный скорпион. Осторожно, у него лапка отваливается. Эффект гарантируем.

Рис. 2. «Скорпион»

Выпуск подготовил Виктор Коваль



Цена 45 коп.

Индекс 71095

