

УДК 66.048.57

Товажнянский Л.Л., Перцев Л.П., Шапоров В.П., Данилов Ю.Б.,
Морозова Н.Л., Лопухина О.А.

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА ПОГРУЖНОГО ГОРЕНИЯ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ УКРАИНЫ

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
Украинский научно исследовательский и конструкторский институт химического
машиностроения «УКРНИИХИММАШ»*

Наблюдаемый подъем национальной экономики в значительной мере предопределен ресурсным обеспечением хозяйственной деятельности предприятий промышленности, сельского хозяйства, коммунальной сферы.

Следует заметить, однако, что рост производства осуществляется, в основном, на базе сохранившихся с прошлого века основных фондов, нуждающихся в значительном совершенствовании и обновлении. Особенно это относится к теплоэнергетическим системам, как наиболее динамично развивающимся производствам и видам оборудования.

На сегодняшний день экономические характеристики теплоэнергетики Украины, в сопоставлении с соответствующими показателями развитых стран, как в цикле производства, так и потребления [1,2,8] требуют больших энергозатрат, что существенно снижает конкурентоспособность отечественной продукции.

Реально оценивая состояние теплоэнергетического парка, следует отметить значительное посткризисное снижение его потенциала не только в связи с выводом из эксплуатации части атомных реакторов большой мощности, но и физическим износом и моральным старением ныне действующих теплоэнергетических установок. Системного ввода новых мощностей в последнее десятилетие не производилось. Эти обстоятельства напрямую негативно влияют на деятельность промышленности в целом и металлургических, химических и смежных отраслей, в частности, где стабильность энергообеспечения и строгая регламентация химико-технологических процессов являются незыблемой основой производства.

К этому следует добавить, что современный комплекс требований к охране окружающей среды значительно жестче, чем экономические нормы, заложенные в проекты в период создания ныне действующих химико-технологических производств и промышленного оборудования.

Если экстренно не принять научно-технических, организационных и производственных мер по наращиванию темпов роста теплоэнергетических ресурсов, главным образом, за счет увеличения доли полезного использования тепла энергоносителей, обновления и модернизации действующих мощностей в соответствии с современными требованиями, то могут не состояться не только гарантии дальнейшего подъема национальной экономики, но и обеспечение необходимых физических возможностей удовлетворения производственных и коммунальных потребностей.

В сложившихся условиях структурной перестройки промышленности, ограниченности финансовых возможностей и необходимого быстрого развития, как традиционной теплоэнергетической базы, так и новых энергосберегающих технологий на ее основе, пристального внимания заслуживает специфический вид теплогенерирующих

устройств, созданных на использовании принципа сжигания газообразного или распыленного жидкого топлива непосредственно в нагреваемой воде. Этот метод известен, но его практическое применение стоит рассмотреть, более предметно.

Коэффициент использования теплоты сгорания топлива в установках погружного горения (УПГ) составляет 95-97 %, а полученное в них тепло обходится примерно вдвое дешевле, чем при традиционных способах нагрева воды и получения пара в котельных.

Примерная технологическая схема выпарной УПГ целевого промышленного назначения показана на рис.1 [3].

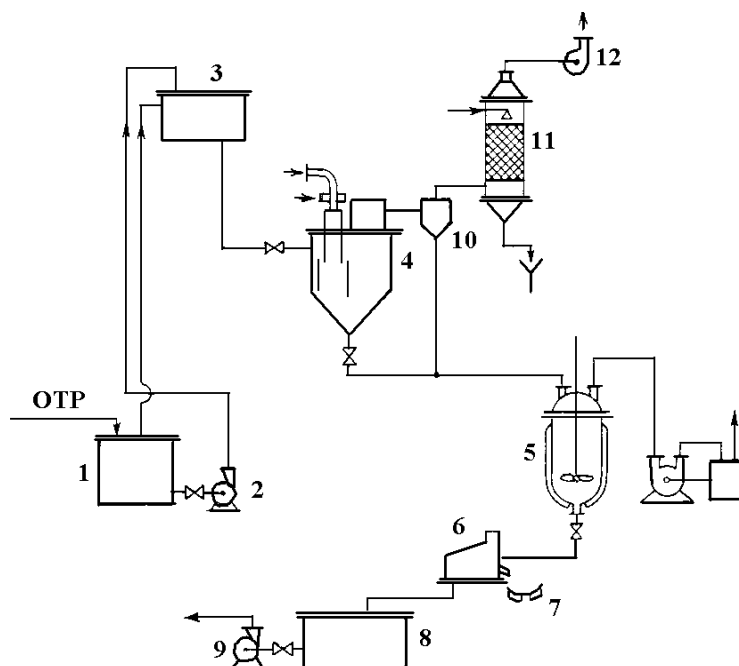


Рисунок 1 – Схема выпарной установки погружного горения:
 1 – сборник исходного раствора; 2, 9 – насосы; 3 – мерный сосуд,
 4 – аппарат погружного горения, 5 – кристаллизатор; 6 – центрифуга;
 7 – транспортер; 8 – сборник готового продукта; 10 – каплеотделитель;
 11 – скруббер; 12 – вентилятор

Исходный раствор из сборника 1 подается насосом 2 в расходный бак 3, откуда самотеком поступает в аппарат погружного горения (АПГ) 4. При сжигании, например, природного газа в погружной горелке происходит непосредственный контакт горячих дымовых газов с раствором, который нагревается пузырьками до температуры испарения и полного насыщения их парами воды.

Для создания интенсивного перемешивания раствора и избежания осаждения кристаллов солей на стенках аппарата, погружная горелка размещается в циркуляционной трубе, создающей эрлифтное движение раствора за счет кинетической энергии дымовых газов и подъемной силы потока.

Парогазовая смесь из аппарата 4 поступает через каплеотделитель циклонного типа 10 в скруббер 11. В нем пары воды конденсируются при орошении парогазовой смеси холодной водой. Конденсат из скруббера удаляется в систему оборотного водоснабжения, а охлажденные дымовые газы удаляются через дымовую трубу.

Концентрированный раствор, полученный в аппарате 4, отводится в кристаллизатор 5, где охлаждается водой, поступающей в рубашку. В зависимости от свойств насыщенного раствора и размера кристаллов солей, охлажденный раствор направляется на разделение в барабанный фильтр или центрифугу. Маточник, образованный после фильтрации, насосом 8 подается в сборник 9 для дальнейшего использования в производстве.

По принципу действия АПГ характеризуются барботажными процессами, протекающими между продуктами сгорания и жидкостью. Горячие дымовые газы, образующиеся при сжигании газообразного или жидкого топлива в погружной горелке, расположенной в аппарате так, чтобы открытое сопло было помещено на некоторую глубину в жидкость, барботируя разбиваются на газовые пузырьки, формирующие при всплывании большую межфазную поверхность тепло- и массообмена (примерно 10^3 кв. метров в одном куб. метре барботажного слоя).

Интенсивное испарение раствора достигается путем насыщения газовых пузырьков парами воды за счет теплоты, отдаваемой жидкости горячими газами при непосредственном контакте. Выпаривание жидкости, в этом случае, протекает при равновесной температуре (температуре мокрого термометра), которая для воды при атмосферном давлении на $15-16$ °С ниже температуры кипения.

При равновесной температуре газовые пузырьки полностью насыщаются водяным паром и уходят из водных растворов в виде парогазовой смеси с температурой на $1-2$ °С выше температуры испарения. При непосредственном контакте продуктов сгорания с жидкостью процессы тепло- и массообмена протекают практически без теплотерь. Коэффициент использования теплоты сгорания топлива (как уже было сказано) достигает $95-97$ %, (с учетом утилизации тепла отходящей парогазовой смеси).

Феномен погружного горения привлекает внимание ученых и конструкторов многих стран. В результате появились многочисленные конструкции аппаратов, работающих на газообразном или жидком топливе (иногда и на распыленном твердом).

Большинство из них применяется для выпаривания агрессивных и кристаллизующихся растворов. Широко используются АПГ в области обезвреживания промышленных сточных вод и выпаривания растворов, содержащих минеральные соли, органические вещества и другие ценные продукты. Это вызвано тем, что сточные воды практически невозможно выпаривать в обычных трубчатых аппаратах, так как наличие в сточных водах минеральных солей, шламов и различных взвесей приводит к быстрому образованию инкрустаций, снижающих теплопроводность греющих поверхностей, препятствующих их нормальной работе.

После выпаривания сточных вод образуется достаточно чистый конденсат, пригодный для повторного водопотребления, а полученный концентрат может служить сырьем для получения дополнительной товарной продукции.

Включение АПГ в состав оборудования технологической схемы *любого* производства позволяет замкнуть технологический цикл и кардинально решить следующие производственные задачи:

- сократить затраты на нагрев и выпаривание технологических жидкостей;
- полностью прекратить сброс загрязненных сточных вод;
- сократить потребление свежей воды из природных источников и создать замкнутый водяной цикл;
- создать благоприятные санитарно-гигиенические условия на производстве;

- регулировать расход воды в системах оборотного водоснабжения в целях поддержания стабильности параметров (температуры, солесодержания, показателя pH и др.), определяющих производственную пригодность очищенных стоков);
- снизить капитальные затраты на сооружение теплоэнергетического оборудования и очистных сооружений за счет высокой компактности и низкой металлоемкости оборудования;
- повысить до 10 % нефтедобычу морских месторождений за счет нагнетания в нефтяные пласты горячей морской воды, получаемой при сжигании попутных газов в портативных АПГ (блочно-модульных установках полной заводской готовности);
- получить значительный экономический эффект при утилизации сточных вод для выработки дополнительной товарной продукции, технической воды и промышленного сырья при безотходной технологии производства;
- получить горячую воду и водяной пар производственного и коммунального назначения.

Практика показала, что использование АПГ в химической промышленности, где они проявили себя надежным и долговечным оборудованием для концентрации растворов кислот, щелочей и минеральных солей, дает высокие экономические результаты. Значительная эффективность достигается в металлургической промышленности при регенерации отработанных травильных растворов с извлечением ценных веществ, а также в производственном и коммунальном теплоснабжении.

Одно из достоинств АПГ – простота конструкции, позволяющая осуществлять их изготовление из доступных и недорогих материалов. Так, для концентрирования растворов кислот корпуса аппаратов выполняют из конструкционной углеродистой стали, однако, для защиты от коррозии внутреннюю поверхность, при необходимости, футеруют кислотоупорными материалами.

В некоторых отраслях промышленности имеются производства, где процессы нагревания и выпаривания растворов посредством АПГ характеризуются большим расходом теплоэнергетических ресурсов, соизмеримым с выработкой тепловой энергии стационарными теплоэнергетическими установками, что позволяет сопоставлять их технико-экономические характеристики для выбора оптимальных теплоэнергетических систем.

Аппараты погружного горения (АПГ) во многом обязаны своим появлением в химической технике (примерно более полувека назад) необходимости термической обработки высокоагрессивных коррозионных жидкостей и ряда солесодержащих растворов, для аппаратурного оформления которой было весьма затруднительно подобрать конструкционные материалы. Идея создания АПГ широко использовалась развитыми странами в период интенсивной индустриализации и освоения регионов с холодными климатическими условиями. Так в США все травильные ванны в металлургии перевели на нагрев с помощью погружных камер сгорания, а в Канаде, Казахстане, Сибири, например, АПГ эффективно используются для нагрева воды при проведении строительных работ (особенно в зимнее время), в системах регионального и локального отопления зданий и сооружений, а также быстрого получения горячей воды для технологических нужд (АПГ обычно выходят на нормальный режим работы через 10-15 минут).

В последние десятилетия достаточно четко прослеживается усиливающаяся тенденция использования УПГ в качестве самодостаточного высокоэффективного теплогенерирующего оборудования для производственных и коммунальных целей, а также в процессах водоподготовки и регенерации обмывочных котельных вод стационарной

теплоэнергетики и приготовления опресненной котельной воды из морской и минерализованных стоков. Такой крен в направлении использования УПГ можно объяснить резко изменяющейся конъюнктурой оценки энергоносителей и стремлением максимально полезно использовать тепло сжигаемого топлива.

Типовые конструкции промышленных АПГ и методы их теплового и гидромеханического расчетов стандартизованы в диапазоне номинальных теплопроизводительностей от 0,63 до 25 МВт (табл. 1, рис. 2) [4,5].

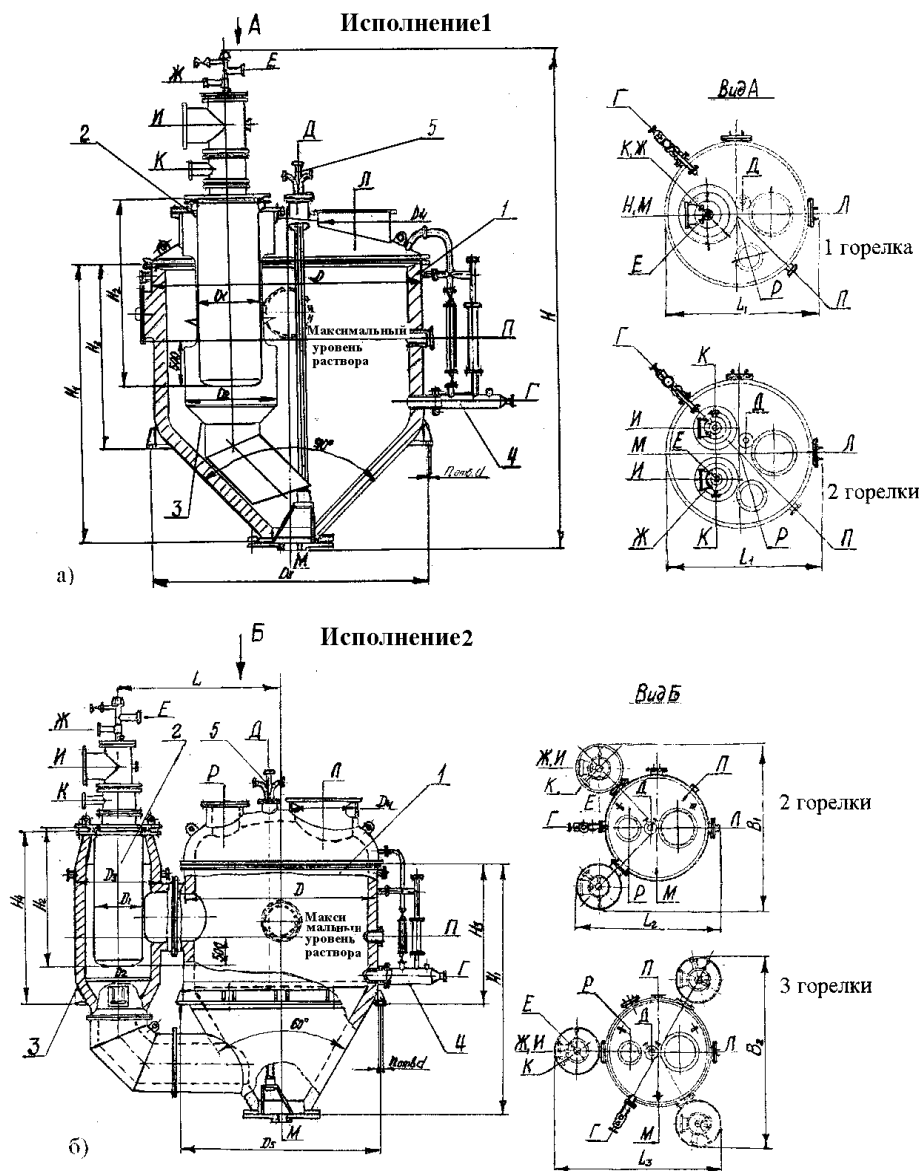


Рисунок 2 – Типовые конструкции промышленных АПГ:

а) исполнение 1; б) исполнение 2

1 – корпус; 2 – горелка; 3 – труба циркуляционная; 4 – устройство для регулирования уровня; 5 – эрлифт.
 Назначение штуцеров: Г – вход исходного раствора; Д – выход упаренного раствора; Е – вход воздуха в запальник;

Ж – вход газа в запальник; И – вход воздуха в горелку;

Л – выход парогазовой смеси; М – слив;

П – выход упаренного раствора с уровня; Р – для предохранительной мембраны

Таблица 1 – Параметры и основные размеры АПГ (геометрические размеры указаны в мм)

Исполнение	Мощность, МВт	Парогенерация, кг/ч	D	D ₁	D ₂	H	H ₁	L ₁	L ₂	L ₃	B ₁	B ₂	Масса, кг
1	0,63	725	1600	400	1720	5200	2750	2000	–	–	–	–	2800
	1,0	1150	1800	450	1920			2200	–	–	–	–	3100
	1,6	1830	2200	550	2320	5500	2950	2600	–	–	–	–	3900
	2,5	2870	2600	600	2720	6000	3100	3000	–	–	–	–	4700
	4,0	4590	3000	700	3120	6800	3650	3400	–	–	–	–	6800
	5,0	5730	3200	750	3320	7200	3350	3700	–	–	–	–	7700
	6,3	7220	3600	850	3720	7500	3450	4100	–	–	–	–	10200
	8,0	9170	3800	900	3920	8000	3550	4300	–	–	–	–	12500
	10,0	11400		1000					–	–	–	–	13000
2	12,5	14330	3400	–	–	7400	4600	–	4800	5700	5700	6200	17000
	16,0	18340	3600	–	–	7500	4900	–	5100	6000	6000	6500	20300
	20,0	22930		–	–			–		6300	6200	6800	21500
	25,0	28660		–	–			–		6500	–	7000	22400

Научные разработки и проекты ныне действующих в СНГ аппаратов и установок погружного горения (с созданием полных комплектов компьютерных программ) осуществлялись: Украинхиммашем (головной научной и конструкторской организацией по проблеме), Московским энергетическим институтом, Киевским политехническим институтом, Харьковским политехническим институтом, институтом использования газа АН УССР, Ленгипрохимом, Свердловским филиалом НИИХиммаша и др. В изготовлении и комплектной поставке принимали участие заводы и объединения: Сумское машиностроительное НПО им. М.В. Фрунзе, «Уралхиммаш», «Пензхиммаш», «Павлоградхиммаш», НПО «Укрхиммаш» и некоторые другие заводы стран СНГ.

В мировой инженерной практике активно работают в создании и широком промышленном использовании АПГ такие известные фирмы как: “Nordac” (Англия), “Ozark-Mahoning”, “Dow” (США), “Gaz de France” (Франция) и многие другие.

Итоги рассмотрения сорокалетнего опыта создания и использования широкого спектра отечественной химико-технологической и теплогенерирующей аппаратуры на Всесоюзной научно-технической конференции “Пути совершенствования и внедрения аппаратов погружного горения, обеспечивающих значительную экономию топлива”, организованной в Харькове АН СССР и ВХО им. Д. И. Менделеева с участием научных, проектных и промышленных предприятий страны, показали, что кроме перечисленных достоинств АПГ имеют существенные недостатки, ограничивающие область их применения. К ним относятся:

- технические сложности отделения отработанных дымовых газов от водяных паров;
- повышенный брызгоунос жидкости;

- интенсивная вибрация камер сгорания, теплонапряженность которых примерно на два порядка превышает таковую топков обычных котельных;
- низкий срок службы горелок, обусловленный интенсивными колебаниями уровня жидкости в аппарате, сопровождаемыми термоударами при “скользящем” контакте относительно холодной жидкости с раскаленным корпусом горелки;
- возможность растворения в нагреваемой жидкости продуктов сгорания (углекислого газа, азота, сернистых карбоновых соединений и др.), что усиливает коррозионное воздействие на элементы конструкции;
- недостаточная надежность серийных защитно-запальных устройств типа ЗЗУ.

Найденные конструкторские решения и применение более совершенных компьютерных технологий управления позволили устранить значительную часть имевших место недостатков и позволили поддерживать в автономном режиме заданный технологический регламент, в том числе, ввод необходимых для процесса ингредиентов и вывод из АПГ образующихся осадков. Охлаждение корпусов горелок осуществляется вдувом избытка воздуха, подаваемого в камеру сгорания. Для АПГ промышленного назначения это оказалось достаточным, однако для АПГ теплоэнергетического назначения такие меры оказались не только недостаточными, но и неприемлемыми. Подача избытка воздуха в камеру сгорания снижает температуру нагреваемой воды (рис 3), а, следовательно, и экономические показатели АПГ, а также создает условия для увеличения образования NO_x .

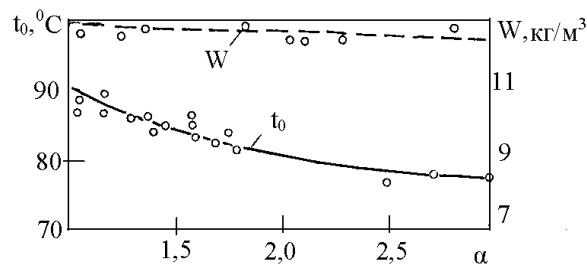


Рисунок 3 – Зависимость температуры выпаривания t_0 и удельной испарительности W от коэффициента избытка воздуха α

Таким образом, ядром проблемы создания новых теплоэнергетических АПГ оказалось решение трех основных задач:

1. Нахождения способа эффективного отделения паров от дымовых газов;
2. Использование метода “впрыска” пара в камеру сгорания горелки с целью снижения температуры в зоне горения и подавления NO_x ;
3. Создание эффективно охлаждаемой конструкции горелки (длительного срока службы) из новых жаростойких материалов.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования [1,3,5] позволили УКРНИИХИММАШУ и НТУ “ХПИ” создать пилотную установку паропроизводительностью 240 кг/час и провести серию стендовых испытаний.

По первой и третьей задачам получены приоритетные решения. В решении второй задачи представляется целесообразным рассмотреть возможность использования аналогичных технических предложений фирмы “General Electric” [7], направленных на снижение концентрации оксидов кислорода NO_x на выхлопе парогазовых турбинных установок (оптимизационный цикл STIG – Steam Injection in Gas Turbine – 1981 г.). На рис. 4 показано влияние впрыска пара на степень снижения NO_x для двух вариантов

ввода пара – в топливо и в окислитель. Очевидна (для АПГ) целесообразность впрыска пара в камеру сгорания. При таком вводе пара концентрация оксидов азота может быть снижена почти в 5 раз. Одновременно с экологическим эффектом существенно снижается температура корпуса горелки, что способствует значительному повышению срока ее службы.

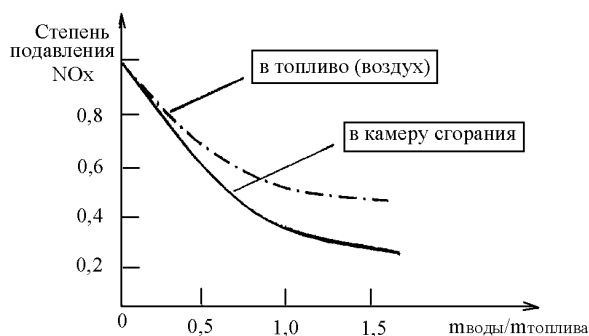


Рисунок 4 – Влияние впрыска водяного пара на подавление образования NOx

Следует отметить еще одну важную особенность теплоэнергетических АПГ – в них совмещены процессы водоподготовки, нагрева воды и получения пара, что заметно сказывается на уменьшении потребных производственных площадей, улучшении компактности, повышении экономичности установок, в целом, и позволяет возводить их на промышленных объектах в открытом или полукрытом исполнении.

Новые целевые функции (теплоэнергетические) существенно отличаются от таковых, свойственных АПГ промышленного назначения, в которых конечной целью является получение товарной продукции и решение экологических задач, генерируемая же в аппарате тепловая энергия является средством их осуществления. Отмеченные различия находят отражение в аппаратурном оформлении установок, главным образом, в компоновочных схемах (рис. 1). Однако, научной и инженерной базой методов расчета АПГ *любого* назначения являются общие теоретические обоснования, вытекающие из решений дифференциальных уравнений теплообмена и гидромеханики барботажного слоя [2,3,6] и значительного массива накопленной экспериментальной информации [3,6] о работе аппаратов на воде (с чего, как правило, и начинаются опытные исследования любого из их назначений).

Основные методические положения теплоэнергетических расчетов, в виде обобщений апробированной научной информации и нормативно-технической документации [3,5,6] представлены зависимостями (1) ÷ (4) и функциональными диаграммами работы АПГ (рис. 5, 6).

Расчетный коэффициент теплоотдачи от газа к воде определяется зависимостью:

$$Nu = 0,2 Re^{0,55} \cdot K_0^{0,3} . \quad (1)$$

Площадь удельной межфазной поверхности определяется формулой:

$$\alpha l_k = 2,63 Ar_0^{0,07} (\omega' / \omega'')^{-0,22} (\rho' / \rho'')^{-0,28} (h / d_0)^{0,13} . \quad (2)$$

Расчетная глубина погружения горелки определяется зависимостью:

$$h = 1,05 / \alpha \cdot a \cdot F_{\dot{V}} \cdot \Delta t . \quad (3)$$

Мощность передаваемого теплового потока определяется по формуле:

$$Q = \alpha \cdot F_{\dot{V}} \cdot \Delta t . \quad (4)$$

Обозначения, принятые в расчетных формулах:

$Nu = \alpha \cdot l_k / \lambda''$; $Re = \omega'' \cdot l_k / \nu$; $k_{\phi} = r / c'' \cdot \Delta t$; a – коэффициент теплоотдачи от дымовых газов к воде $\alpha = Nu \cdot \lambda'' / l_k$; l_k – капиллярная постоянная $l_k = [\sigma / g(\rho' - \rho'')]^{1/2}$; λ'' – коэффициент теплопроводности; Re – число Рейнольдса $Re = \omega'' \cdot l_k / \nu$; ν – кинематическая вязкость теплоносителя; r – теплота парообразования воды; C'' – теплоемкость газа; Δt – температурный перепад; Ar_0 – модифицированное число Архимеда; Ku – критерий Кутателадзе, характеризующий устойчивость газожидкостной системы $Ku = \omega'' \sqrt{\rho''} / \sqrt{g \cdot \sigma(\rho' - \rho'')}$, $Ku \leq 0,5$; σ – коэффициент поверхностного натяжения; ρ', ρ'' – плотности жидкости и газа; ω', ω'' – приведенные скорости жидкости и газа внутри циркуляционной трубы; h – глубина погружения горелки; d_0 – диаметр сопла горелки; μ – вязкость воды; F_{ϕ} – межфазная поверхность теплообмена; C – критерий капиллярности $C = \mu' \cdot \omega'' / \sigma$.

На рисунке 5б, показана расчетная зависимость температур парогазовой смеси t'' и воды t' в зависимости от глубины погружения горелки, а на рисунке 5а – зависимость удельной поверхности контакта фаз в функции критерия капиллярности C . Точками показаны результаты экспериментов.

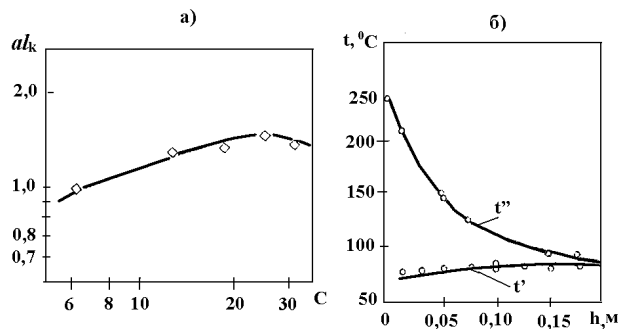


Рисунок 5 – Характеристики работы АПГ
 а – удельная поверхность контакта фаз в зависимости от критерия капиллярности C ;
 б – влияние глубины погружения горелки на температуру парогазовой смеси t'' и воды t'

Зависимость температуры выпаривания воды в АПГ от давления и испарительности показана на рисунке 6.

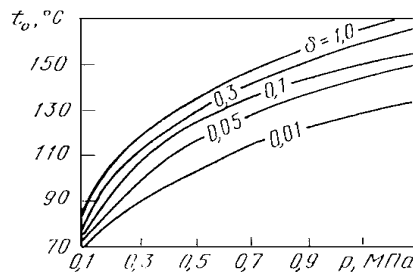


Рисунок 6 – Зависимость температуры выпаривания воды от давления

Таким образом, в настоящее время имеются реальные предпосылки достаточно быстрого оснащения производственного и коммунального теплоснабжения высокоэффективным теплогенерирующим оборудованием нового поколения с широкой пер-

спективной его развития и дальнейшего использования. Это будет способствовать решению главной целевой задачи – неуклонному подъему экономики Украины.

Многие промышленные предприятия страны разрозненно и на разном техническом уровне уже решают эти задачи [8], но весомый положительный результат может быть получен при рациональной координации действий по единой государственной программе академической, вузовской и отраслевой науки в тесном сотрудничестве с передовыми предприятиями страны.

Литература

1. Товажнянский Л.Л., Анипко О.Б., Маляренко В.А., Абрамов В.И., Кривцова В.И., Капустенко П.А. Основы энерготехнологии в промышленности. – Харьков НТУ «ХПИ». – 2002. – 436 с.
2. Удыма П.Г. Аппараты с погружными горелками. – М.: Машиностроение. – 1973. – 270с.
3. Алабовский А.Н., Удыма П.Г. Аппараты погружного горения. – М.: Издательство МЭИ. – 1994. – 256 с.
4. Кутателадзе С.С., Стырикович М.А. Гидродинамика газожидкостных систем. – М.: Энергия. – 1976. – 296 с.
5. Скрипко В.Я., Сорока Б.С. К вопросу о движении газового пузырька через слой жидкости. // Теплообмен. – К.: Наукова думка. – 1968. – С. 6-9.
6. Перцев Л.П., Ковалев Е.М., Волон Г.И. Аппараты погружного горения. Тезисы докладов Первой Всесоюзной научно-технической конференции «Пути совершенствования и внедрения аппаратов погружного горения, обеспечивающих значительную экономию топлива». – Харьков – Москва, ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ. – 1986. – 5 с.
7. Бернем, Джулиани, Меллер. Разработка, монтаж и испытание системы впрыска пара (STJG) в газогенератор LM – 5000 фирмы “General Electric” // Энергетические машины и установки. – № 2. – 1988. – С.11-17.
8. Иванов А. Через невозможное // Всеукраинская техническая газета. – Киев. – № 21. – 2004.

УДК 66.048.57

Товажнянський Л.Л., Перцев Л.П., Шаповров В.П., Данилов Ю.Б.,
Морозова Н.Л., Лопухіна О.О.

ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА ЗАГЛИБЛЕНОГО ГОРІННЯ У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА ЕКОЛОГІЇ УКРАЇНИ

Викладені наукові та промислові передумови обґрунтування розробки нового покоління теплоенергетичних устаткувань для нагріву води і генерації водяної пари промислового та комунального призначення, заснованих на використанні концепції заглибленого горіння газових та рідинних енергоносіїв. Використання в камерах горіння ефектів “екологічного” та “енергетичного” уприскування водяної пари (STIG), нових наукових досягнень теплоенергетики, а також технологічних і конструкторських винаходів ефективного розділення паро-газової суміші на водяну пару та димові гази дозволяє (у параметричному полі малих та середніх теплових потужностей) здійснити (при забезпеченні нормативних екологічних умов) значне збереження теплоенергетичних, матеріальних та водних ресурсів.

Запропоновано організаційні, науково-технічні та промислові рекомендації по швидкому поповненню теплоенергетичного арсеналу країни новим високоефективним устаткуванням.