

производимый ими товарный диоксид углерода.

Анализ показывает, что технология производства  $\text{CO}_2$  является одним из главных факторов определяющих результаты хозяйственной деятельности цехов.

Как видно из табл. 1, себестоимость  $\text{CO}_2$  в цехах группы А значительно ниже, чем в цехах группы Б. Даже при высокой доле стоимости утилизируемого бросового  $\text{CO}_2$  (40—50 % общей себестоимости) фактические прибыль и рентабельность выше нормативных.

В группе А фактическая средневзвешенная цена значительно выше средневзвешенной общей себестоимости  $\text{CO}_2$ . Следствием являются высокие прибыль и рентабельность предприятий этой группы. При бесплатной утилизируемом  $\text{CO}_2$  эти же показатели возрастают непомерно.

В цехах группы Б производство  $\text{CO}_2$ , как правило, убыточно. Исключения составляют предприятия Госагропрома СССР и Минторга СССР для которых фактическая средневзвешенная оптовая цена на 25—30 % выше, чем для цехов других министерств и ведомств этой группы, поэтому они все-таки имеют незначительные прибыль и рентабельность.

В табл. 2 приведены итоговые данные хозяйственной деятельности цехов-изготовителей товарного  $\text{CO}_2$ .

Проведенный анализ экономических показателей промышленного производства диоксида углерода показал необходимость упорядочения цен на него, введения единых общесоюзных цен для всех цехов-изготовителей независимо от ведомственной принадлежности.

С учетом результатов проведенного анализа разработан проект новых цен, который предусматривает применение всего 9 цен вместо 57 действующих в настоящее время. За основу взяты цены из прейскуранта № 05—01, измененные в соответствии с сортировкой  $\text{CO}_2$  по проекту нового стандарта.

Введение новых оптовых цен на диоксид углерода не должно значительно отразиться на результатах деятельности промышленных предприятий.

Разработанный проект новых цен будет учтен при очередном пересмотре оптовых цен на промышленные товары.

Следующим этапом должна быть разработка цен на  $\text{CO}_2$  в зависимости от технологии его производства.

Поскольку высокая рентабельность цехов группы А носит искусственный характер, так как является следствием необоснованно высокой стоимости утилизируемого бросового газа, соответствующим министерствам и ведомствам следует снизить стоимость утилизируемого газа или исключить ее из структуры себестоимости производимого  $\text{CO}_2$ .

В перспективе дальнейшее развитие про-

изводства диоксида углерода в нашей стране должно пойти по пути строительства крупных цехов на химических предприятиях, располагающих большими ресурсами (до 8,8 млн. т/год) бросового газообразного  $\text{CO}_2$ . Такой цех мощностью до 1 млн. т  $\text{CO}_2$  в год уже действует. Себестоимость производства  $\text{CO}_2$  в этом цехе составляет около 4 руб/т.

Наряду с развитием производства диоксида углерода утилизацией бросовых промышленных газов в ряде районов страны сохранится технология производства  $\text{CO}_2$  на базе сжигания топлива. На диоксид углерода, получаемый по этой технологии, естественно потребуются установить более высокие цены. Однако объем производства по способу Б в настоящее время составляет лишь 40 % от общего, а в дальнейшем будет иметь еще меньший удельный вес.

Низкие цены на диоксид углерода, выработанный в крупных цехах химических предприятий, будут стимулировать увеличение объемов его применения в пищевой промышленности для охлаждения и замораживания продуктов, что сдерживается в настоящее время высокой стоимостью  $\text{CO}_2$ .

УДК 661.97.536.422.001.5

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫМОРАЖИВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ БИНАРНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

Канд. техн. наук В. Н. ШЕЛКУНОВ,  
И. З. РУДЕНКО, Ю. В. ШОСТАК

Способ получения диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) из смеси газов вымораживанием отличается от других способов высокой степенью очистки.

Вымораживание  $\text{CO}_2$  осуществляется в специальном аппарате (вымораживателе), причем у охлаждаемой поверхности последнего протекает сложный процесс теплообмена с наличием подвижной границы. Поэтому для создания такого аппарата необходимо знать основные закономерности процесса вымораживания и свойства образующейся твердой фазы.

Теплообмен при вымораживании  $\text{CO}_2$  из смеси газов экспериментально исследован недостаточно. В опубликованных материалах описаны специфика работы конкретных элементов технологических систем — регенераторов и рекуператоров воздухоразделительных установок, приведены некоторые данные о плотности и теплопроводности твердой фазы  $\text{CO}_2$  на ранней стадии процесса его образования [4] или результаты влияния концентрации  $\text{CO}_2$  в газовом потоке, скоростных и температурных режимов на структуру слоя вымораживающегося  $\text{CO}_2$  [8].

В этой связи была поставлена задача расширить объем экспериментальных исследований по рассматриваемой проблеме, получая данные об основных характеристиках процесса вымораживания, которые необходимо знать при создании эффективных вымораживателей, работающих длительное время без перерыва.

Процесс вымораживания  $\text{CO}_2$  исследовали при прохождении потока бинарных газовых смесей  $\text{N}_2 - \text{CO}_2$  и  $\text{He} - \text{CO}_2$  через медной полированной пластины размером  $56 \times 56 \times 4,5$  мм. Торцы пластины в целях безвихревого ее обтекания имели скругления радиусом 2,2 мм. В ее внутренние каналы подвели жидкий или газообразный азот.

Опыты проводили на криогенной газодинамической установке высокого давления [3, 5] (рис. 1), состоящей из вертикальной газодинамической трубы А замкнутого типа с открытой рвбной частью и стенов — хранения и очистки газов В, вакуумирования В, термостатирования Г, измерения и контроля параметров (на схеме не показан).

Циркуляционный контур трубы, объединяющий конфузурную часть, диффузор и кольцевой обратный канал, был установлен в герметичной камере с экранно-вакуумной теплоизоляцией.

Рабочую газовую смесь приготавливали в герметичной камере, в которую чистые осушенные газы поступали из баллонов.

Испытания проводили при температуре газового потока  $T_{г.в} = 170 \pm 268$  К, его ско-

рости  $v_{г.в} = 0,5 \pm 7$  м/с и давлении  $p_{г.в} = 0,1 \pm 0,7$  МПа; температуре пластины  $T_{п} = 78 \pm 160$  К, объемном содержании  $\text{CO}_2$  в смеси  $C_{\text{CO}_2} = 0,3 \pm 9$  %.

Температуру газового потока поддерживали с точностью  $\pm 0,5$  К изменением расхода газообразного азота, проходящего через двухсекционный теплообменник, а также с помощью нагревателя и измеряли термометром сопротивления ТСНН-4. Скорость газового потока регулировали, меняя частоту вращения центробежного вентилятора, и определяли термоанемометром с погрешностью  $\pm 3,5$  %.

Температуру пластины поддерживали на требуемом уровне с точностью  $\pm 0,3$  К и контролировали термометром сопротивления ИС 567 А. Объемное содержание  $\text{CO}_2$  в смеси контролировали хроматографом ЛХМ-8МД, отбирая пробы из ядра газового потока стационарным отборником, установленным над пластиной, а в пограничном слое — подвижными капиллярными газоотборниками диаметром 0,3 мм. По мере вымораживания  $\text{CO}_2$  его заданную концентрацию поддерживали дозированной подачей чистого  $\text{CO}_2$  из мерного бачка. Колебания концентрации  $\text{CO}_2$  в смеси не превышали  $\pm 1$  % от измеряемой величины.

В ходе экспериментов определяли изменения толщины, плотности и коэффициента эффективной теплопроводности слоя выморозенного  $\text{CO}_2$ , температуру его поверхности, плотность конвективного теплового

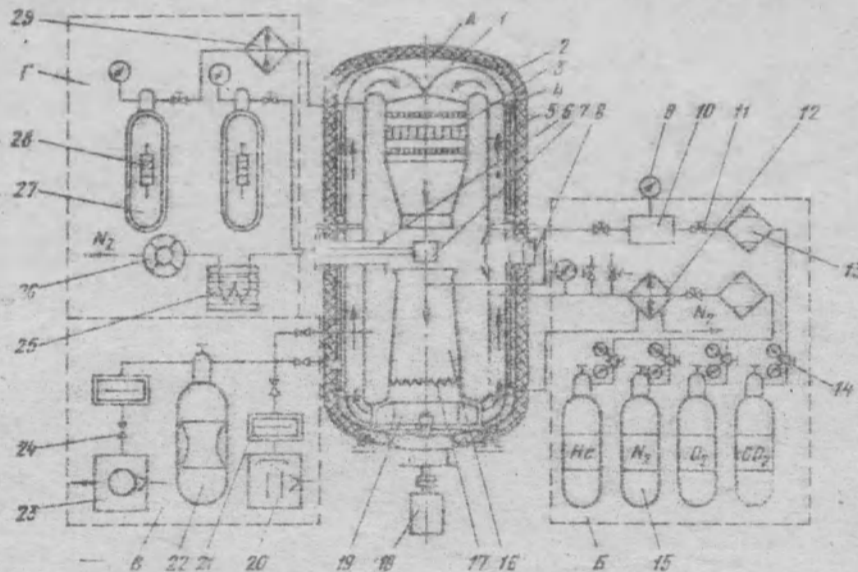


Рис. 1. Схема криогенной газодинамической установки высокого давления: 1 — герметичная камера; 2 — экранно-вакуумная теплоизоляция; 3 — конфузурная часть; 4 — двухсекционный теплообменник; 5 — кольцевой обратный канал; 6 — шлюзовое устройство; 7 — медная полированная пластина; 8 — окно; 9 — манометр; 10 — мерный бачок; 11 — вентиль; 12 — теплообменник предварительного охлаждения; 13 — осушитель; 14 — редуктор; 15 — рама баллонов с чистыми газами; 16 — диффузор; 17 — нагреватель; 18 — электродвигатель постоянного тока; 19 — центробежный вентилятор; 20 — диффузионный вакуумный насос; 21 — азотная ловушка; 22 — колба; 23 — механический вакуумный насос; 24 — вакуумный вентиль; 25 — термостат; 26 — газовый счетчик; 27 — сосуд Дьюара; 28 — нагреватель; 29 — теплообменник-испаритель жидкого азота.

и массового потоков. Было проведено 58 опытов, из них 17 со смесью He-CO<sub>2</sub>.

Толщину слоя вымороженного CO<sub>2</sub> измеряли катетометром КМ-8, а его массу определяли по балансу содержания CO<sub>2</sub> в смеси, т. е. как разность между поданной в рабочий объем массой CO<sub>2</sub> и фактическим ее значением в газовом потоке. Количество вводимого CO<sub>2</sub> находили по изменению давления и температуры диоксида углерода в мерном бачке. Погрешность расчета массы вымороженного CO<sub>2</sub> не превышала ±0,65%. По значениям массы твердого CO<sub>2</sub> и его объема устанавливали среднюю плотность слоя. В качестве расчетной модели объема был взят вытянутый эллиптический цилиндр. Погрешность определения значений средней плотности не превышала ±5%.

Суммарный тепловой поток находили по изменению теплоемкости азота, проходящего через пластину.

Коэффициент эффективной теплопроводности слоя вымороженного CO<sub>2</sub> рассчитывали по полученным значениям толщины, плотности теплового потока (за вычетом теплопритоков) и температурного напора в слое при условии линейного изменения температуры в слое в любой момент времени. Погрешность расчета эффективной теплопроводности слоя составляла не более ±4,5%.

Температуру в замороженном слое твердого CO<sub>2</sub> и в пограничном слое измеряли тремя гребенками медь-константановых термометров с толщиной слоя не более 0,15 мм, установленных в передней, средней и задней частях пластины. Электроды термометра находились на расстоянии 0,8 мм друг от друга и были размещены параллельно поверхности пластины. Температуру поверхности слоя твердого CO<sub>2</sub> устанавливали по пересечению кривых, описывающих изменение температуры в слое и над ним, а также микрометрическим шупом с термометрами. Точность определения температуры поверхности слоя составляла ±0,1 К.

Как показали визуальные наблюдения и фотосъемка, на всех исследованных режимах процесс формирования CO<sub>2</sub> сопровождается рядом общих особенностей. В начальный момент времени (τ < 2 мин) на поверхности пластины появлялись одиночные произвольно ориентированные в пространстве кристаллы размером 0,1-0,5 мм. Часть их уносилась с поверхности пластины газовым потоком. Затем вокруг имеющихся кристаллов образовывались кристалли-

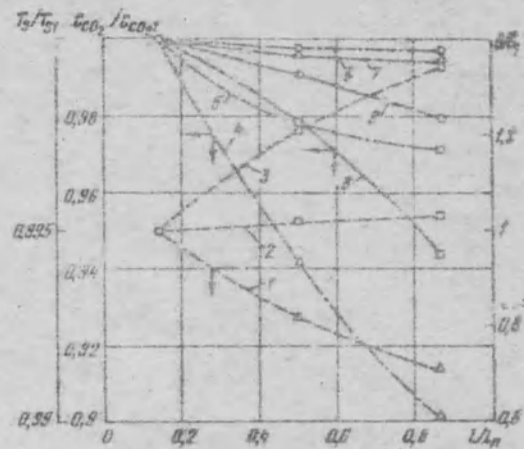


Рис. 2. Изменение относительных значений (текущих и начальных) толщины слоя вымороженного CO<sub>2</sub>, температуры его поверхности и объемного содержания газообразного CO<sub>2</sub> (измеренного на удалении 0,5 мм от поверхности слоя CO<sub>2</sub>) по относительной длине пластины в различные моменты времени τ при T<sub>г.в.</sub> = 193 К, u<sub>г.в.</sub> = 3 м/с, T<sub>н.</sub> = 145 К, p<sub>г.в.</sub> = 0,1 МПа, ρ<sub>CO<sub>2</sub></sub> = 4,35 г/га для смеси N<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>. 1-3 — толщина слоя; 4-6 — объемное содержание; 7-9 — температура поверхности слоя твердого CO<sub>2</sub>; Δ — τ=1 ч, □ — τ=3 ч, ○ — τ=6 ч.

ческие группы, и вся поверхность пластины покрывалась твердым CO<sub>2</sub>. Форма и размеры кристаллов зависели от условий эксперимента. Повышение концентрации или скорости диффузии CO<sub>2</sub> в смеси, снижение температуры пластины или тепловой нагрузки на нее приводило к образованию более крупных кристаллов. Наиболее распространенные формы кристаллов — куб, пластина, призма, звезда, додекадр.

Установлено, что, несмотря на незначительные размеры пластины, толщина слоя вымороженного CO<sub>2</sub> в различные моменты времени была неоднородной. Чтобы выявить причины этого явления, в трех сечениях пластины (на расстоянии от передней кромки 8, 28 и 48 мм) измеряли толщину δ слоя, температуру его поверхности T<sub>с</sub> и объемное содержание CO<sub>2</sub> в смеси C<sub>CO<sub>2</sub></sub> на расстоянии 0,5 мм от поверхности слоя (табл. 1).

Как следует из рис. 2, в первые 1-2 ч, несмотря на практическую изотермичность поверхности слоя твердого CO<sub>2</sub> (кривая 7), его толщина нарастает с большей скоростью в передней части пластины (кривая 1). Это связано с обеднением пограничного слоя

Таблица 1

τ, ч	Сечение № 1			Сечение № 2			Сечение № 3		
	δ, мм	T <sub>с</sub> , К	C <sub>CO<sub>2</sub></sub> , %	δ, мм	T <sub>с</sub> , К	C <sub>CO<sub>2</sub></sub> , %	δ, мм	T <sub>с</sub> , К	C <sub>CO<sub>2</sub></sub> , %
1	3,9	160,4	4,42	3,2	160,32	4,16	2,75	160,3	3,985
3	5,65	162,62	4,43	5,75	162,28	4,33	5,8	161,7	4,3
6	6,6	162,7	4,43	8	162,56	4,42	8,85	162,37	4,416

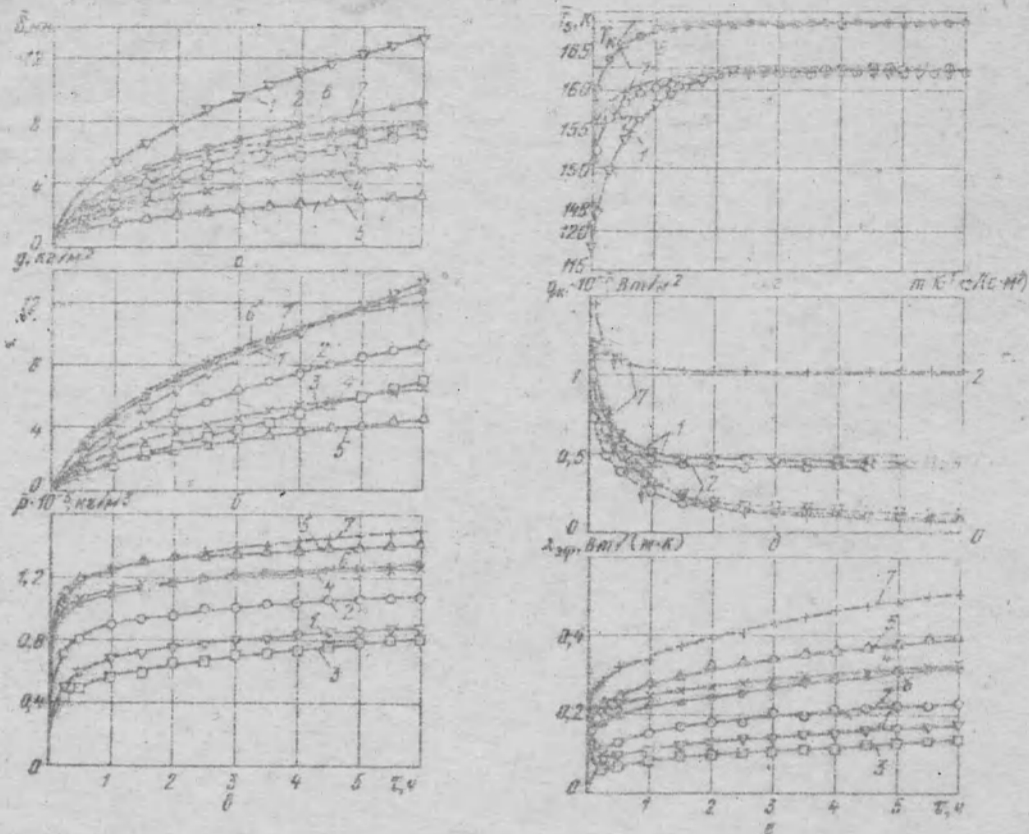


Рис. 3. Изменение средней толщины слоя  $\bar{\delta}$  (а), удельной массы замороженного  $\text{CO}_2$   $g$  (б), средней плотности слоя  $\rho$  (в), температуры поверхности слоя твердого  $\text{CO}_2$   $T_s$  (г), плотностей конвективного теплового и массового потоков  $q_w$  и  $m$  (д), коэффициента эффективной теплопроводности слоя  $\lambda_{эф}$  (е) в процессе замораживания  $\text{CO}_2$  (номера кривых соответствуют номерам опытов, приведенным в табл. 2)

диоксидом углерода при движении газовой смеси вдоль пластины (кривая 4), так как диффузионный перенос с внешней его границы не успевает компенсировать убыль осевших молекул  $\text{CO}_2$ . В опытах со смесью  $\text{He} - \text{CO}_2$ , для которой значение коэффициента взаимной диффузии в 4 раза выше, чем для смеси  $\text{N}_2 - \text{CO}_2$  [1], толщина слоя была более равномерной. Со временем по мере изменения температуры поверхности слой вдоль пластины (кривые 8, 9) происходит перераспределение объемного содержания  $\text{CO}_2$  в газовом потоке (кривые 5, 6), что сказывается на скорости увеличения толщины слоя, который постепенно выравнивается (кривая 2). При  $t > 4$  ч толщина слоя быстрее возрастает в задней части пластины (кривая 3).

Учитывая неравномерность толщины слоя замороженного  $\text{CO}_2$  и температуры его поверхности вдоль пластины, результаты экспериментов сравнивали по средним значениям этих параметров, рассчитанным на основании локальных их значений в трех рассматриваемых сечениях.

Далее в тексте под термином «толщина слоя», «плотность», «температура поверхности замороженного  $\text{CO}_2$ » подразумеваются их средние значения.

На рис. 3 для опытов № 1-7 (табл. 2) показано изменение во времени основных характеристик процесса теплообмена.

Установлено, что слой замороженного  $\text{CO}_2$  увеличивается в течение всего процесса, причем по закону, близкому к параболическому. Последнее согласуется с результатами, полученными при замораживании влаги [7]. Наибольшее влияние на скорость роста толщины слоя оказывают температура пластины и давление смеси. В начальный период ( $t < 30$  мин) вследствие большого переохлаждения поверхности твердого  $\text{CO}_2$  толщина слоя увеличивается

Таблица 2

Смесь	№ опыта	$T_{ст}, \text{K}$	$p, \text{K}$	$u_{ст}, \text{м/с}$	$P_{ст}, \text{МПа}$	$\rho_{ст}, \text{кг/м}^3$
$\text{N}_2 - \text{CO}_2$	1	193	118	3	0,1	4,35
	2	196	145	3	0,1	4,35
	3	193	145	0,5	0,1	4,35
	4	218	145	3	0,1	4,35
	5	193	145	3	0,5	4,35
	6	199	151	3	0,1	8,76
$\text{He} - \text{CO}_2$	7	193	145	3	0,1	4,35

быстро (см. рис. 3, а, г), затем, по мере возрастания  $T_s$ , рост  $\delta$  замедляется.

Температура поверхности слоя достигает значений, близких к равновесной температуре  $T_0$  фазового перехода  $\text{CO}_2$ , в дальнейшем увеличивается незначительно, т. е. практически стабилизируется. При этом, как показывают локальные измерения температуры  $T_s$ , при  $t > 2$  ч. наблюдаются ее периодические колебания с амплитудой 0,2—0,5 К, не связанные с погрешностью опытов.

Кривые  $T_s = f(t)$  хорошо описываются экспоненциальными зависимостями типа:

$$\bar{T}_s = T_0 + (T_k - T_0) (1 - e^{-kt}),$$

где  $k$  — эмпирический коэффициент, зависящий от соотношения определяющих параметров, для рассматриваемых условий  $k = 2-3$ .

Если при превращении водяных паров в иней масса последнего, оседаемого на единице поверхности, увеличивается пропорционально продолжительности процесса [6], т. е. по линейному закону, характер изменения удельной массы вымороженного  $\text{CO}_2$  во времени имеет более сложный вид (рис. 3, б).

Часть массового потока  $\text{CO}_2$  идет на уплотнение слоя, поэтому большое влияние на характер зависимостей  $g = f(t)$  оказывает пористость его структуры.

Как следует из рис. 3, б, в опытах с большей плотностью (меньшей пористостью) слоя приведенные кривые все меньше подчиняются линейному закону. При этом, если учесть, что в опытах [6] с инеем пористость составляла 50%, а в наших экспериментах она была меньше этого значения, отмеченные факты можно объяснить различной пористостью твердого  $\text{CO}_2$  и инея.

Установлено, что при снижении температуры пластины, повышения объемного содержания  $\text{CO}_2$  в смеси масса вымороженного  $\text{CO}_2$  возрастала.

Как следует из рис. 3, в, плотность слоя вымороженного  $\text{CO}_2$  с течением времени повышалась, по-видимому, вследствие лучшей диффузии (эффекта перекристаллизации молекул  $\text{CO}_2$  из «теплых» участков слоя в более «холодные» в результате внутреннего перемешивания парциального давления  $\text{CO}_2$ , вызываемого температурным градиентом в слое). Согласно приведенным зависимостям  $\bar{\rho} = f(t)$  и  $\bar{T}_s = f(t)$ , изменение значений  $\bar{\rho}$  коррелируется с изменением значений  $T_s$ . Так, в начальный период с повышением температуры поверхности слоя твердого  $\text{CO}_2$  его плотность интенсивно возрастала, а затем, по мере стабилизации температуры  $T_s$ , скорость уплотнения слоя становилась практически постоянной, о чем свидетельствует линейный характер зависимости  $\bar{\rho} = f(t)$ . Минимальные значения  $\bar{\rho}$  соответствуют наибольшим значениям давления смеси и коэффициента вязкой диффузии, а минимальные, отличные при-

мерно в 2 раза, — наименьшим значениям температуры пластины и скорости потока.

Установлено, что плотности теплового  $q_k$  и массового  $m$  потоков зависят от температуры поверхности слоя (рис. 3, г, д). В начальный период, когда наблюдается ее быстрое повышение, значения  $q_k$  и  $m$  уменьшаются в течение первых двух часов соответственно в 1,5—2,5 и 6—8 раз. Затем, по мере стабилизации  $T_s$ , значения  $q_k$  и  $m$  остаются практически постоянными.

Опытные значения коэффициента эффективной теплопроводности слоя вымороженного  $\text{CO}_2$ ,  $\lambda_{\text{эф}}$  с течением времени увеличивались от 0,04 до 0,55 Вт/(м·К). В опытах с малой плотностью и при скоростях  $v_{\text{пл.г}} > 2$  м/с в начале процесса вымораживания ( $t < 10$  мин) коэффициент  $\lambda_{\text{эф}}$  повышался скачкообразно, что связано с изменением механизма переноса тепла. Как было установлено в [2], при превращении водяных паров в иней этот скачок обусловлен турбулентностью газового потока над поверхностью слоя иней ввиду его значительной шероховатости.

В данном случае увеличение теплопроводности во времени вызвано изменением структуры слоя твердого  $\text{CO}_2$  в процессе его уплотнения, так как при этом возрастает количество контактов между кристаллами. Визуальные наблюдения показали, что в период интенсивного роста слой твердого  $\text{CO}_2$  представляет собой нагромождение отдельных кристаллов с большим количеством газовых пор между ними и является неоднородным по толщине, так как с повышением температуры  $T_s$  форма и размеры кристаллов изменяются.

Со временем, по мере уплотнения слоя, газовые промежутки заполняются, пористость его уменьшается. Кристаллы, срастая между собой, образуют сначала слой с рыхлой структурой, который постепенно превращается в прозрачный твердый  $\text{CO}_2$ . Указанные изменения структуры слоя происходили вдоль пластины с неодинаковой скоростью. Так, образование прозрачного слоя начиналось на передней кромке слоя и распространялось постепенно к задней.

Анализ изменения основных характеристик в процессе вымораживания  $\text{CO}_2$  показал, что можно разделить процесс тепло-массообмена на два периода. Первый характеризуется существенными изменениями значений всех приведенных параметров и является строго нестационарным. Во время этого периода толщина, плотность и температура поверхности слоя быстро возрастают, а плотности конвективного теплового и массового потоков падают. Второй период можно определить как квазистационарный, характеризующийся малоизменяемыми во времени температурой поверхности слоя, плотностью конвективного теплового и массового потоков к поверхности слоя твердого  $\text{CO}_2$ , в то время как толщина, плотность и теплопроводность слоя продолжают увели-

чиваться по закону, близкому к линейному. Результаты данных экспериментов помогут более точно рассчитать промышленный аппарат для вымораживания диоксида углерода.

#### Список использованной литературы

1. Железняк Л. Г., Ножар Л. А., Щелкунов В. Н. К расчету коэффициентов диффузии бинарных газовых смесей. — Харьков, 1982. — 30 с. (Препринт/ФТИНТ АН УССР: 3—82).
2. Исследование свойств жидкостей и их связи с типами процесса его образования/Хаяси, Аюки, Адачи, Хори. — Теплопередача, 1975, № 2, с. 85—92.
3. Методика проведения исследований тепло- и массообмена в процессе вымораживания CO<sub>2</sub> из потоков газовых смесей/В. Н. Щелкунов, Н. З. Руденко, Ю. В. Шостак и др. — Харьков, 1984. — 22 с. (Препринт/ФТИНТ АН УССР: 34—84).

4. Титов В. Б. Исследование процесса вымораживания диоксида углерода из дымовых газов. — Холодильная техника, 1976, № 10, с. 22—27.

5. Щелкунов В. Н., Руденко Н. З. Криогенная аэродинамическая труба высокого давления на большие числа Рейнольдса. — В кн.: Криогенные системы: разработки и исследования. Киев, 1984, с. 109—114.

6. Явнель Б. К. Исследование коэффициентов тепло- и массообмена продольно обтекаемой пластины при инверсионном образовании льда. — Холодильная техника, 1968, № 12, с. 13—18.

7. Scheider H. W. — Inter. J. Heat Mass Transfer, 1978, Vol. 21, № 8, pp. 1019—1024.

8. Vanil L. — Inst. Inter. du Froid, Annexe 1961—3, pp. 359—369.

## ИЗОБРЕТЕНИЯ

(11) 1195153 (51) F 25 B29/00, F 01 K 25/10 (21) 3757714/23-06 (22) 21.05.84 (71) Омский политехнический институт (72) Е. Я. Борочин, А. В. Брылов, Я. В. Газг, В. Н. Грещенко (53) 621.525

(54) (57) 1. КОМПЛЕКСНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОТЫ И ТВЕРДОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА, содержащая газовый контур, в который включены турбокомпрессор, камера сгорания и газовая турбина, размещенная на одном валу с турбокомпрессором, турбоагрегатом, теплообменник, регенератор, турбодетандер, размещенный на одном валу с турбоагрегатом, и сепаратор твердого диоксида углерода, отличающаяся тем, что, с целью повышения экономичности, она дополнительно содержит теплоутилизатор с теплообменником внутри, внешний источник дымовых газов, охладитель, три параллельно соединенных аппарата очистки дымовых газов с жидкостной и газовой полостями, гидрочиклоу, фильтр, водяной насос, смеситель, три трехходовых вентиля, при этом теплообменник теплоутилизатора включен в газовый контур на входе после газовой турбины, а на выходе через внешний источник дымовых газов, охладитель и трехходовый вентиль связан с жидкостными полостями аппаратов очистки, которые через другой трехходовый вентиль подключены к гидрочиклоу, выход которого по воде через фильтр и водяной насос подключен к смесителю, а выход по карбонату кальция — к теплоутилизатору, один выход которого по газообразному диоксиду углерода включен в газовый контур через охладитель перед турбоагрегатом, а выход по оксиду кальция через смеситель и третий трехходовый вентиль подключен к полостям аппаратов очистки, которые сообщены с атмосферой, причем выход турбодетандера через сепаратор в регенератор подключен к входу турбоагрегата.

2. Установка по п. 1, отличающаяся тем, что оба вала соединены между собой посредством передаточного механизма.

(11) 1201663 (51) F 28 F 25/08 (21) 3697034/24-06 (22) 31.10.83 (71) Всесоюзный институт по проектированию организации энергетического строительства «Оргэнергострой» (72) О. И. Осипова, М. Б. Дзуринский, Н. В. Костюков, В. А. Морозов, Р. А. Барисинин (53) 621.1753

(54) (57) 1. БЛОК ОРОСИТЕЛЯ ГРАДИРНОЙ, содержащий установленные ярусами элементы, выполненные в виде волос, закрепленных в дистанционирующих элементах, размещенных по боковым граням блока, отличающийся тем, что, с целью снижения трудоемкости сборки, дистанционирующие элементы выполнены с открываками, размещенными под углом 45°, причем открывки смежных дистанционирующих элементов соединены между собой выхлестом посредством запорных устройств.

2. Блок по п. 1, отличающийся тем, что дистанционирующие элементы с открывками выполнены дискретными по высоте.

3. Блок по п. 1 и 2, отличающийся тем, что открывки дистанционирующих элементов смежных ярусов снабжены консолями, направленными навстречу друг другу.

4. Блок по п. 1—3, отличающийся тем, что запорные устройства выполнены в виде упругих своб.

(11) 1213322 (51) F 25 B 21/06 (21) 3749274/28-13 (22) 16.05.84 (72) С. О. Физин, Н. С. Кичин (53) 621.565.945

(54) (57) ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ, содержащий установленный в корпусе испаритель с разнотелой теплообменной поверхностью и патрубком для подвода и отвода хладагента, отличающийся тем, что, с целью снижения энергозатрат и увеличения надежности в работе, испаритель выполнен в виде двух совместно установленных сальфонных трубок, а патрубки для подвода и отвода хладагента расположены в противоположных стенках корпуса и один концы сальфонных трубок жестко прикреплены к стенкам корпуса в местах расположения патрубков, а другие соединены между собой через дроссельную шайбу, диаметр которой превышает диаметр трубок, при этом шайба подпружинена к одной из стенок.