

<sup>1</sup>А.И. Пятничко, канд. техн. наук, <sup>2</sup>Ю.В. Иванов, <sup>3</sup>Г.В. Жук, доктор техн. наук, <sup>4</sup>Л.Р. Онопа  
 Институт газа НАН Украины, ул. Дегтяревская, 39, г. Киев, Украина, 03113  
 e-mail: <sup>1</sup>aipkiiev@ukr.net, <sup>2</sup>iv2102@mail.ru, <sup>3</sup>hen\_zhuk@ukr.net, <sup>4</sup>l\_benush@mail.ru  
 ORCID: <sup>1</sup>http://orcid.org/0000-0002-1149-9703, <sup>2</sup>http://orcid.org/0000-0003-0057-3266,  
<sup>3</sup>http://orcid.org/0000-0002-8281-2939, <sup>4</sup>http://orcid.org/0000-0003-0822-1097

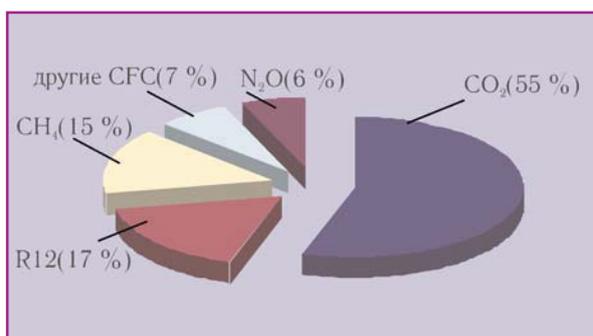
## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ

Диоксид углерода содержится в разнообразных технологических газах. В ряде случаев его извлекают с целью их очистки, например, для повышения калорийности оставшегося газа, или получения в виде отдельного продукта. Для извлечения  $\text{CO}_2$  из таких технологических газов, как дымовой и генераторный газы, синтез-газ и биогаз, целесообразно использовать метод химической абсорбции с применением водных растворов следующих аминов: моноэтаноламин (МЭА) и метилдиэтаноламин (МДЭА). Найден оптимальный состав водного раствора МЭА и МДЭА (40 % МДЭА, 10 % МЭА, 50 %  $\text{H}_2\text{O}$ ), при котором в однопоточной абсорбционной схеме достигаются минимальные затраты теплоты на извлечение  $\text{CO}_2$  из указанных технологических газов. Анализ полученных результатов показал, что при использовании оптимального состава расход теплоты на регенерацию насыщенного диоксидом углерода раствора сорбентов уменьшается в 1,5-3,5 раза, а расходы раствора и электроэнергии на привод насосов циркуляции снижаются на 15-35 % по сравнению с раствором только одного МЭА. Расчёты проводились с привлечением программных систем технологического моделирования HYSYS и «Газконднефть».

**Ключевые слова:** Диоксид углерода. Биогаз. Дымовой газ. Синтез-газ. Генераторный газ. Моноэтаноламин (МЭА). Метилдиэтаноламин (МДЭА). Абсорбция. Десорбция. Теплота. Оптимизация.

### 1. СОСТОЯНИЕ И АНАЛИЗ ПУТЕЙ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ

Производственная деятельность человечества привела к резкому ухудшению состояния окружающей среды, в том числе атмосферного воздуха. Накопление в атмосфере  $\text{CO}_2$ , поглощение им ИК-излучения Солнца может вызвать недопустимое повышение температуры Земли (рис. 1) [1].



**Рис. 1.** Вклад различных газов в парниковый эффект (по данным Lawrence Livermore National Laboratory, USA):  
 1 —  $\text{CO}_2$  (55 %); 2 — R12 (17 %); 3 —  $\text{CH}_4$  (15 %);  
 4 — другие CFC (7 %); 5 —  $\text{N}_2\text{O}$  (6 %)

Значительный рост концентрации  $\text{CO}_2$  за последние 20 лет обусловлен эмиссией в атмосферу продуктов сжигания ископаемых топлив. В результате их сжигания в топках электростанций и двигателях внутреннего сгорания в атмосферу выбрасывается огромное количество  $\text{CO}_2$ . Согласно выводам Международного энергетического агентства, в атмосферу в 2010 г. выбросы составили 30,6 гигатонн. В частности, в 2010 г. 44 %  $\text{CO}_2$  было получено при сжигании угля, 36 % — нефти и 20 % — природного газа. Это составляет вполне значимую величину по сравнению с естественным круговоротом углерода (160 гигатонн/год), обусловленным массообменом атмосферы с океаном и биосферой.

Действующие в Украине теплоэлектростанции (44 ТЭС) при производстве электроэнергии и теплоты потребляют около 72 % угля, 4 % мазута и 24 % природного газа, что эквивалентно 46 млн. т условного топлива [2, 3]. При этом эмиссия  $\text{CO}_2$  в атмосферу Земли составляет около 100 млн.т  $\text{CO}_2$  в год.

Кроме того, в нашей стране до настоящего времени энергетические затраты на единицу выпускаемой продукции, следовательно, ресурсоёмкость и количество отходов в 2-3 раза выше, чем в аналогичных производствах промышленно развитых стран Запады. Поэтому, снижая энергоёмкость в ходе модернизации или при разработке новых технологических процессов, одновременно решаются несколько проблем: