

# ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ ПЛОТНОГО СЛОЯ ЛУРГИ ПРИ ПАРОКИСЛОРОДНОМ И ПАРОВОЗДУШНОМ ДУТЬЕ

Р.Ш.Загруткин, А.Н.Нагорнов, П.К.Сеначин, С.Н.Шитова

*Проведен сравнительный анализ работы газогенераторов плотного слоя под давлением Лурги на парокислородном и паровоздушном дутье. Показано, что технико-экономические показатели работы газогенератора Лурги при работе на парокислородном дутье более предпочтительны, чем при работе на паровоздушном дутье.*

Ниже рассматриваются особенности и технико-экономические показатели работы газогенераторов Лурги на паровоздушном и парокислородном дутье. Настоящая работа является продолжением наших работ по газификации углей при парокислородном дутье под давлением [1-4]

**Особенности работы газогенераторов Лурги и изменение состава генераторного газа и его теплотворной способности от коэффициентов газификации.** На рисунке 1 представлены зависимости объемных концентраций составляющих парокислородного и паровоздушного генераторных газов (%) от коэффициента газификации  $K_1$ .

Как можно видеть из зависимостей, характеры изменения компонентов газов от величины газификационного отношения полученных при указанных выше двух видах дутья отличаются. При парокислородном дутье с увеличением коэффициента газификации  $K_1$  фиксируется повышение содержания диоксида углерода и метана за счёт снижения образования монооксида углерода, что вполне соответствует физико-химическим процессам, протекающим в восстановительных зонах газогенератора Лурги. С увеличением относительно «холодного» пара подаваемого в дутьё и, соответственно, уменьшение интенсивности эндотермических реакций, резко снижается образование СО. Это снижение горючего компонента не смогли компенсировать незначительные увеличения водорода и метана в газе. При увеличении коэффициента газификации  $K_1$  снижается и теплотворная способность парокислородного газа (рисунок 2).

При паровоздушном дутье в диапазоне  $K_1=0,22-1,50$ , характеры зависимостей изменения концентрации компонентов и теплотворной способности генерируемого газа не столь однозначны, как при парокислородном дутье. До  $K_1=0,7$  количество СО и, соответст-

венно, теплотворная способность газа повышается, а затем начинает снижаться.

**Изменение температур в зоне сушки  $T_1$  и в зоне низкотемпературной карбонизации  $T_2$  от коэффициента газификации  $K_1$ .** Как можно видеть из зависимостей температур верхних слоёв угля в реакторе  $T_1$  и  $T_2$  от коэффициента газификации для парокислородного и паровоздушного дутья, представленных на рисунке 3, их характер примерно одинаков.

Обращает на себя внимание то, что при паровоздушном дутье средний температурный уровень в зоне низкотемпературной карбонизации по абсолютной величине превышает те же параметры при работе газогенератора Лурги при парокислородном дутье, хотя в зоне сушки значения температур газа выравниваются.

Как при парокислородном, так и при паровоздушном дутье обе зависимости температур газа в зоне низкотемпературной карбонизации имеют параболический характер со своими максимумами температур.

**Изменения соотношений коэффициентов газификации  $K_1$  и  $K_2$ .** На рисунке 4 представлены зависимости коэффициента газификации  $K_2$  от коэффициента  $K_1$  для двух типов дутья – парокислородного и паровоздушного дутья. Как и все другие сравниваемые функции от  $K_1$ , эти кривые располагаются в разных, не пересекающихся, областях диапазона изменения  $K_1$ . Как можно видеть из рисунка, характер зависимостей несколько отличается. При парокислородном дутье при более высоких температурах слоёв в реакторе и более интенсивных экзотермических реакциях коэффициент  $K_2$  может быть представлен полином третьей степени. При этом разность  $K_2-K_1$  является характеристикой тепловыделения в реакторе и показывает степень парообразования в его контуре охлаждения.

ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ ПЛОТНОГО СЛОЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ЛУРГИ ПРИ РАБОТЕ НА ПАРОВОКИСЛОРОДНОМ И ПАРОВОЗДУШНОМ ДУТЬЕ

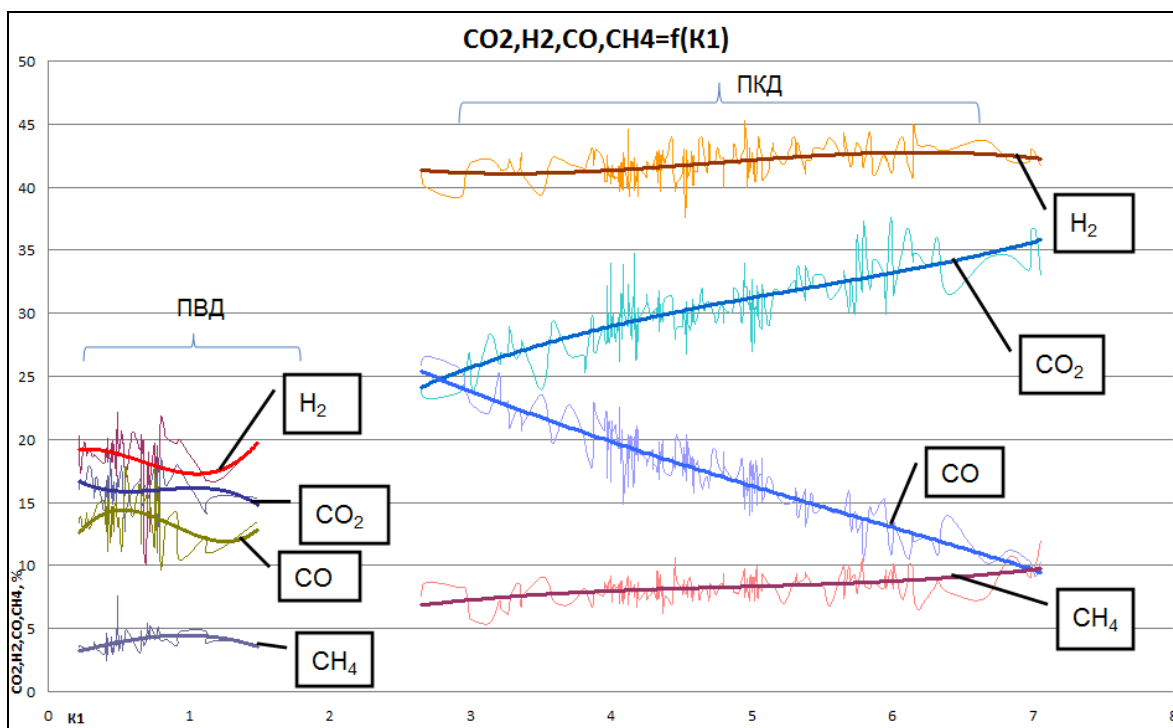


Рис. 1. Зависимости объёмных концентраций компонентов паровоздушного и парокислородного генераторных газов (%) от коэффициента газификации  $K_1$

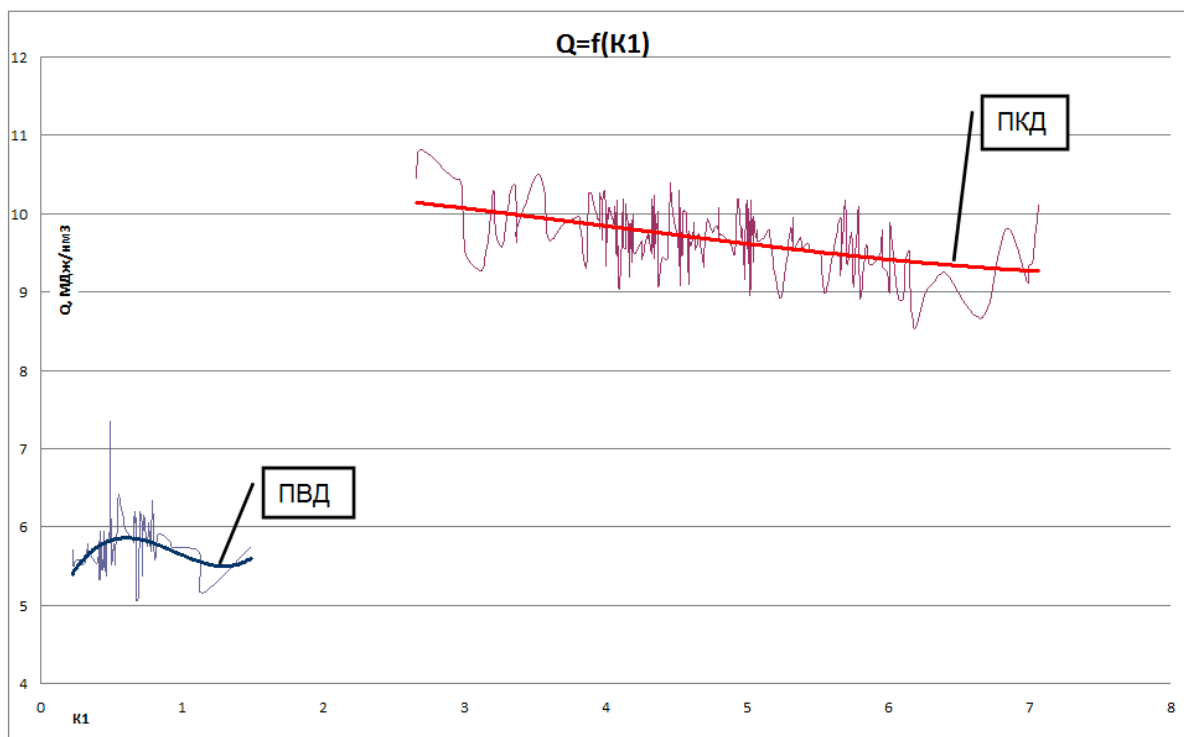


Рис. 2. Зависимость теплотворной способности паровоздушного генераторного газа ( $MJ/m^3$ ) от коэффициента газификации  $K_1$

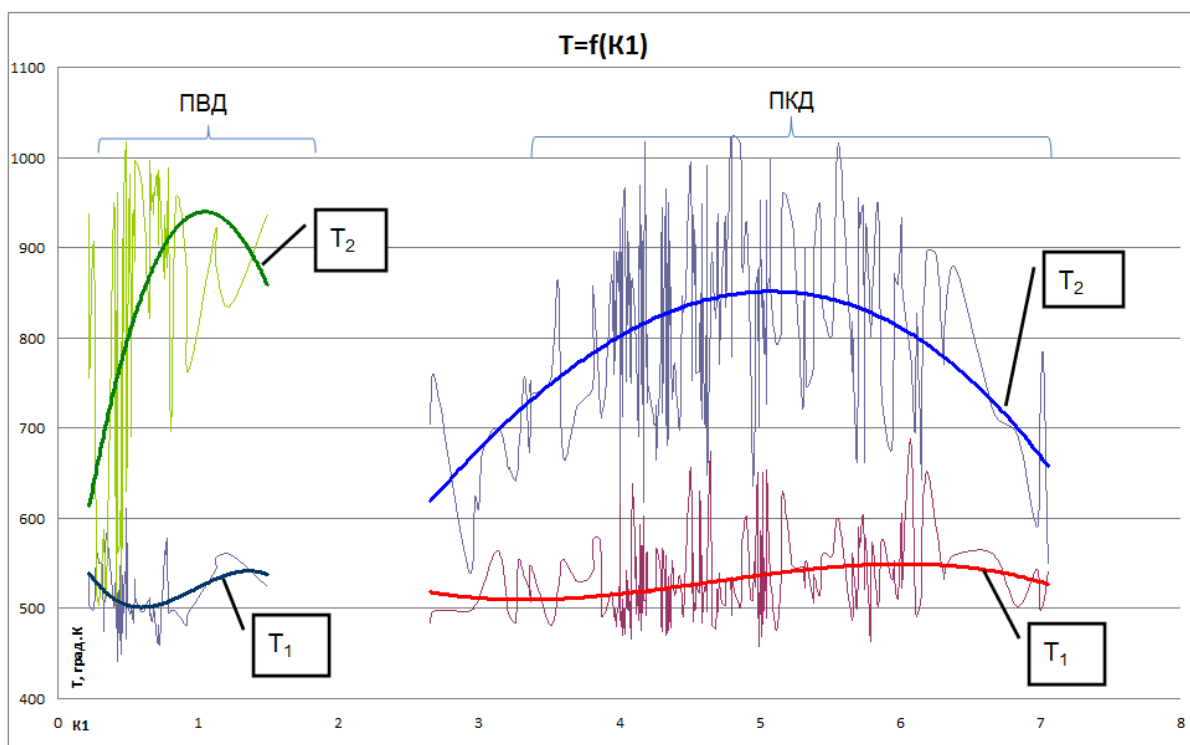


Рис. 3. Зависимость температур в зоне сушки  $T_1$  и в зоне низкотемпературной карбонизации  $T_2$  от коэффициента газификации  $K_1$

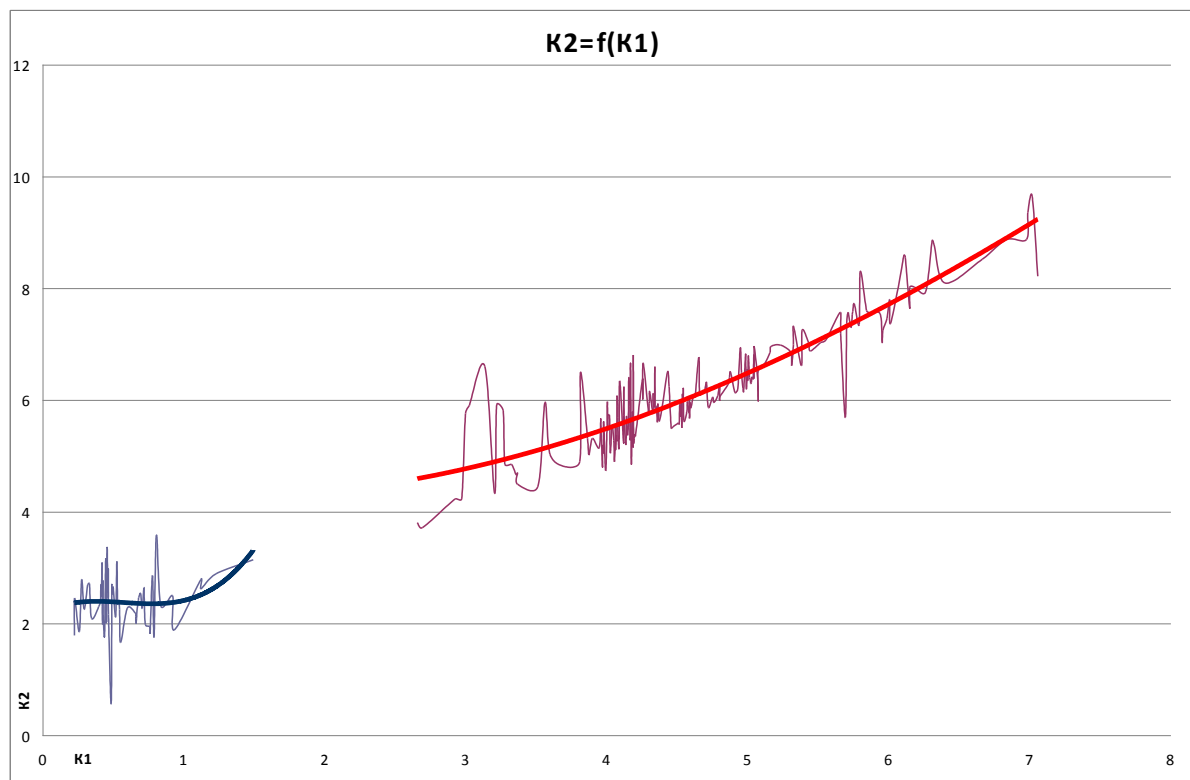


Рис. 4. Зависимость коэффициента газификации  $K_2$  от коэффициента  $K_1$

## ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ ПЛОТНОГО СЛОЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ЛУРГИ ПРИ РАБОТЕ НА ПАРОВОЗДУШНОМ И ПАРОВОЗДУШНОМ ДУТЬЕ

Становится очевидным, что с повышением коэффициента газификации (увеличением пара в дутье) тепловыделение в реакторе увеличивается. При этом одновременно происходит снижение количества CO и качества газа из-за ухудшения условий протекания эндотермических реакций.

В режиме паровоздушного дутья, при относительно низком температурном уровне в реакторе, увеличение пара в дутье с  $K_1$  равного 0,22 до 1,00 не приводит к заметному увеличению теплосъема.

**Влияние температуры дутьевой смеси на режим работы газогенераторов Лурги, состав и теплотворную способность генерируемого газа.** Как можно видеть из рисунка 5, характеры изменений соотношений компонентов при работе газогенератора Лурги на обоих видах дутья с повышением газификационного отношения  $K_1$  очень схожи.

Низкая область температур паровоздушной дутьевой смеси объясняется тем, что, воздух перед смешением с паром предварительно не подогревался и при минимальных значениях  $K_1$  температура смеси также имеет минимальные значения темпе-

ратур. С увеличением пара в дутье (с повышением  $K_1$ ) температура смеси повышается, но это не приводит к интенсификации процессов газификации в реакторе. Увеличение концентрации относительно «холодного» пара в дутье снижает температуры горения в активной зоне и далее в восстановительных зонах ухудшаются условия для эндотермических реакций, что иллюстрируется снижением концентрации CO и теплотворной способности газа (рисунок 6).

Изменение температур в зоне сушки  $T_1$  и в зоне низкотемпературной карбонизации  $T_2$  от температуры дутьевой смеси.

На рисунке 7 показаны зависимости температур в зоне сушки  $T_1$  и в зоне низкотемпературной карбонизации  $T_2$  от температуры дутьевой смеси. Обращает на себя внимание схожий характер изменения зависимостей концентрации CO (рисунок 5), теплотворной способности газа (рисунок 6) и температуры в зоне низкотемпературной карбонизации  $T_2$ . Все три зависимости имеют характерный провал при температуре дутьевой смеси в диапазоне 410-430 К.

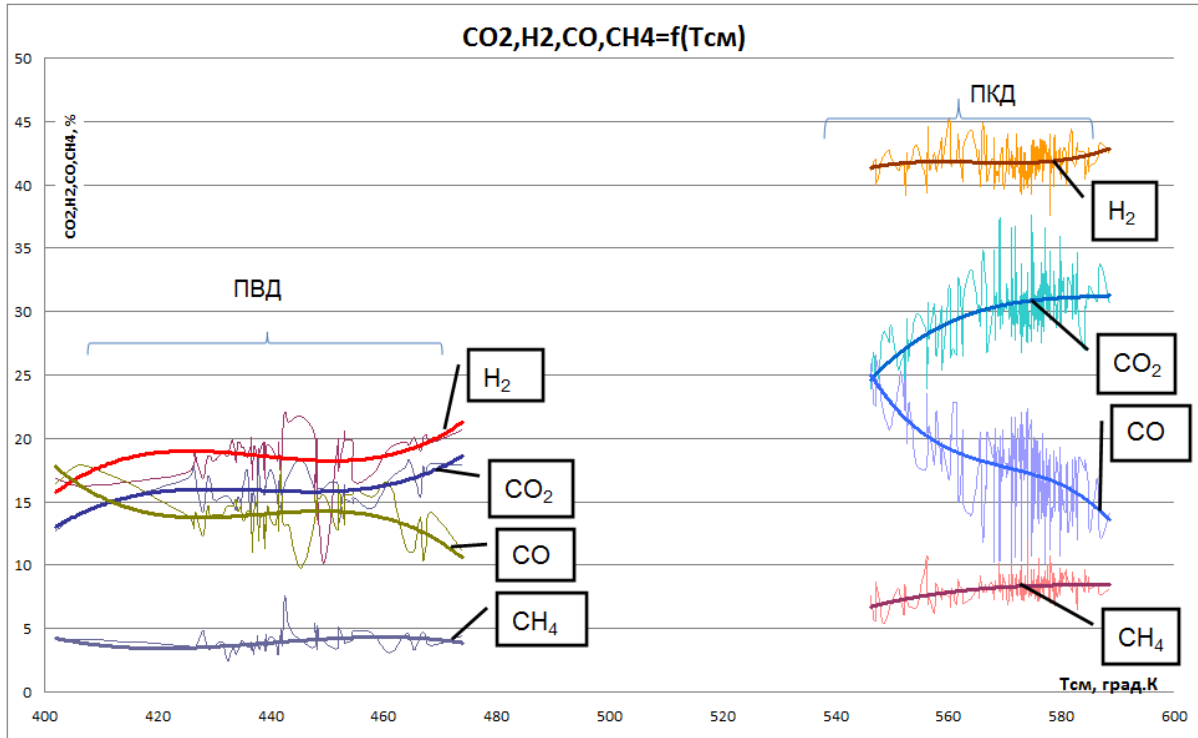


Рис. 5. Зависимости объемных концентраций составляющих паровоздушного генераторного газа (%) от температуры дутьевой смеси (К)

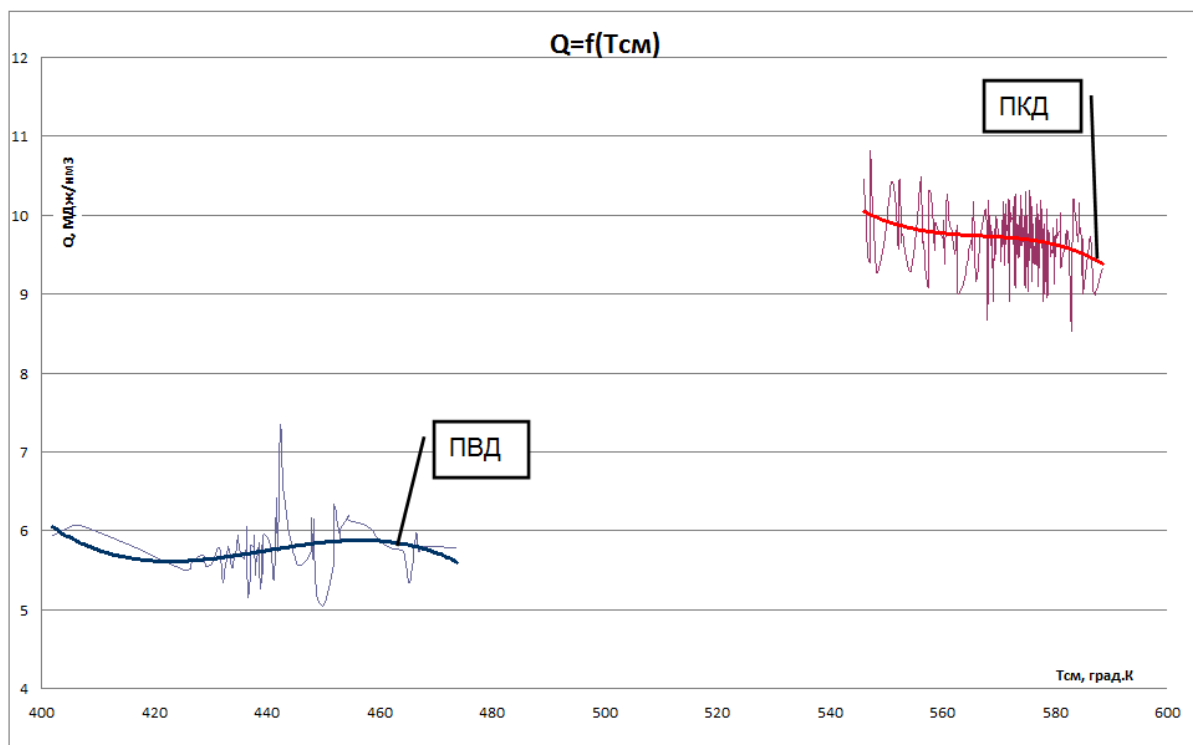


Рис. 6. Зависимость теплотворной способности паровоздушного генераторного газа ( $\text{МДж}/\text{м}^3$ ) от температуры дутьевой смеси  $T_{\text{см}}$  (К)

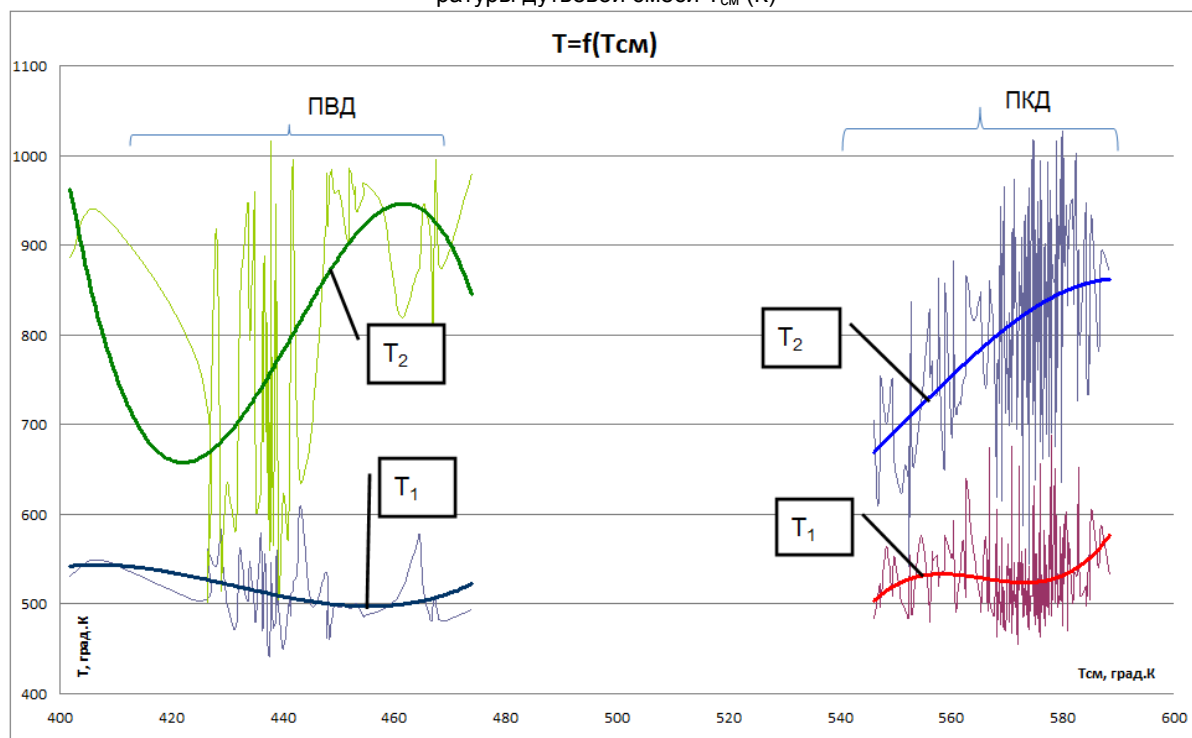


Рис. 7. Зависимость температур в зоне сушки  $T_1$  и в зоне низкотемпературной карбонизации  $T_2$  от температуры дутьевой смеси

## ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ ПЛОТНОГО СЛОЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ЛУРГИ ПРИ РАБОТЕ НА ПАРОКИСЛОРОДНОМ И ПАРОВОЗДУШНОМ ДУТЬЕ

При работе газогенератора на парокислородной смеси те же самые зависимости имеют более ровный характер – с повышением пара в дутье (соответственно с повышением температуры дутьевой смеси) концентрация CO в газе снижается, теплотворная способность газа ухудшается, а температура в зоне низкотемпературной карбонизации  $T_2$  повышается. Объяснение этому факту дано выше.

### **Сравнение технико-экономических показателей работы газогенераторов**

**Лурги при парокислородном и паровоздушном дутье.** Ниже в таблице представлены сравнительные технико-экономические показатели работы газогенератора Лурги при парокислородном (ПКД) и паровоздушном (ПВД) дутье.

Как можно видеть из таблицы работа газогенератора Лурги при паровоздушном (ПВД) дутье является экономически нецелесообразной. Более предпочтительным является работа газогенератора Лурги с парокислородным (ПКД) дутьем.

Таблица

Сравнительные технико-экономические показатели работы газогенераторов Лурги на ПКД и ПВД

Параметр	Обозначение	Единицы измерения	Значение ПКД	Значение ПВД
Расход газа	$V^e$	нм <sup>3</sup> /ч	10,05	6550
Расход угля	$R$	кг/ч	5200	3440
Содержание горючих в золе (в виде кокса)	$r^k$	%		30
КПД газификации (без использования кокса)	$\eta_{газиф}$	%	66,67	40,88
КПД газификации (с учетом использования кокса):	$\eta_{газиф}$	%		48,98
$H_2$	-	%	41,1	18,34
CO	-	%	23,0	13,92
CO <sub>2</sub>	-	%	28,3	16,00
CH <sub>4</sub>	-	%	7,5	3,92
O <sub>2</sub>	-	%	0,1	0,67
Температура пара	$t$	К	600	560
Расход пара	$D$	(кг/ч)	4900	400
Теплотворность газа	$Q^e$	МДж/нм <sup>3</sup>	10,05	5,75

### ЛИТЕРАТУРА

1. Загрудинов Р.Ш., Нагорнов А.Н., Сеначин П.К. Наладочные испытания газогенераторов Лурги и перспективы газогенераторных технологий // Ползуновский вестник. – 2007. - № 3. – С. 40-47.
2. Загрудинов Р.Ш., Нагорнов А.Н., Сеначин П.К. Наладка и опытная эксплуатация газогенераторов Лурги на парокислородном дутье и перспективы газогенераторных технологий // Энергетические, экологические и технологические проблемы экономики (ЭЭТПЭ-2007): Матер Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием / АлтГТУ

им. И.И. Ползунова, Барнаул, 17-20 октября 2007. – Барнаул: Изд-во ОАО «Алтайский дом печати», 2007. – С. 124-128.

3. Загрудинов Р.Ш., Нагорнов А.Н., Сеначин П.К. Технологии газификации углей и производства моторных топлив: Учебное пособие. – Барнаул: Изд-во ОАО «Алтайский дом печати», 2008. – 96 с.

4. Загрудинов Р.Ш. Исследование технологического режима газогенераторов Лурги при парокислородной газификации углей под давлением / Автореф. дис. ... канд. тех. наук, АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Барнаул, 2008. – 24 с.