ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

# КОКС КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ

**ГОСТ 10089—89**
**(СТ СЭВ 6161—88)**

Издание официальное

БЗ 2—89/118

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 662.749.2.001.4 : 006.354 Группа Л39

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

# КОКС КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ

## Метод определения реакционной способности

Coal coke. Method for measurement of reactivity

ГОСТ 10089—89

(СТ СЭВ 6161—88)

ОКСТУ 0709

Срок действия с 01.07.90
до 01.01.99

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на высокотемпературный каменноугольный кокс и устанавливает газообъемный метод определения реакционной способности по отношению к диоксиду углерода.

Метод основан на газификации кокса диоксидом углерода при температуре 1000°С.

Оценку реакционной способности производят по константе скорости реакции.

## 1. МЕТОД ОТБОРА ПРОБ

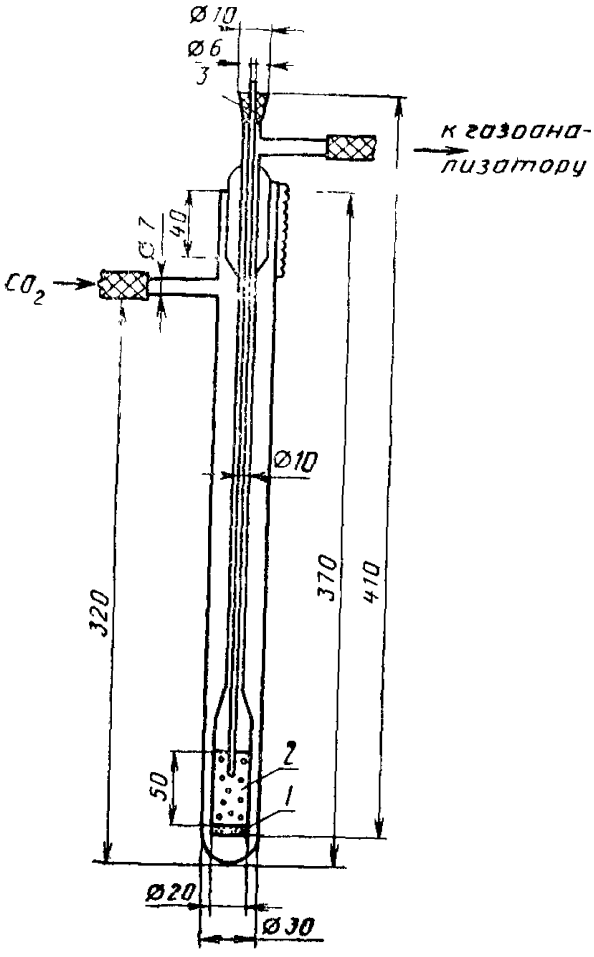
1.1. Отбор и подготовка пробы кокса — по ГОСТ 23083 и ГОСТ 2669.

1.2. Лабораторную пробу кокса размером кусков 0—13 мм и массой 1 кг сокращают до 250 г и высушивают до постоянной массы. Пробу измельчают до размера частиц менее 3 мм, рассеивают на ситах с отверстиями диаметром 3 и 1 мм и хранят в эксикаторе над осушающим веществом. Для проведения анализа используют пробу с размером частиц 1—3 мм. Массовую долю общей влаги определяют по ГОСТ 27589, зольность—по ГОСТ 27564.

## 2. АППАРАТУРА И РЕАКТИВЫ

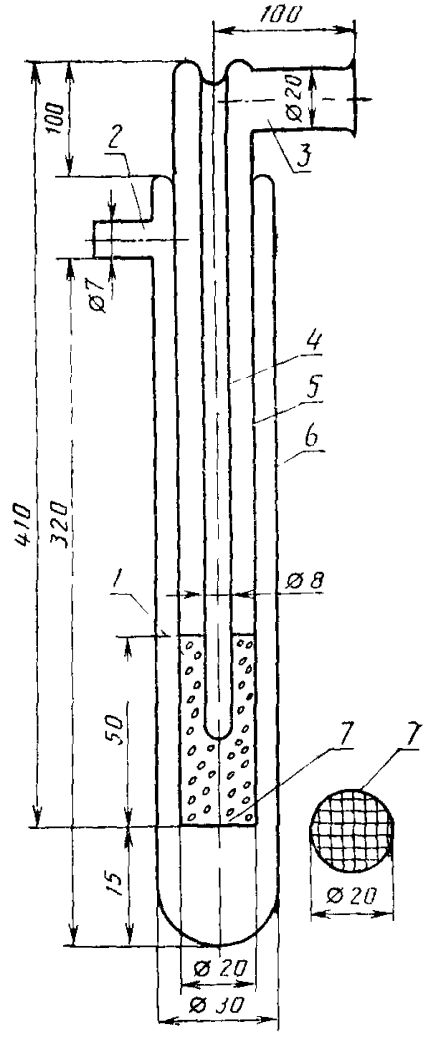
Трубка реакционная кварцевая (черт. 1 и 2).

Издание официальное Перепечатка воспрещена
© Издательство стандартов, 1989



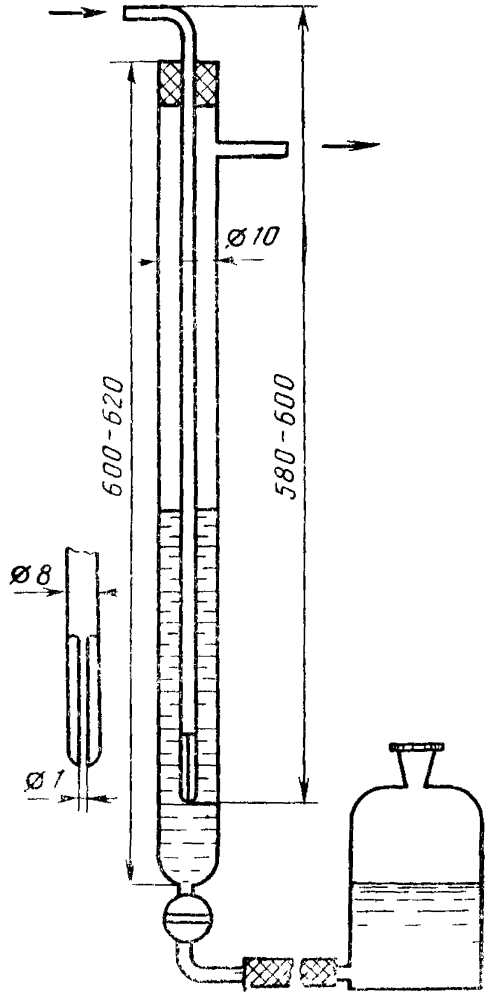

*1*—пластинка из дробленого кварца; *2*—проба кокса; *3*—чехол для термопары

Черт. 1




*1*—проба кокса; *2*—штуцер чехла; *3* — штуцер реакционной трубки; *4*—чехол термопары; *5*—реакционная трубка; *6*—чехол реакционной трубки; *7*—пластинка из дробленого кварца

Черт. 2




Черт. 3

Печь электрическая трубчатая длиной 400 мм, внутренним диаметром 45 мм, обеспечивающая устойчивую температуру нагрева в реакционной зоне (1000±5)°С.

Терморегулятор автоматический для поддержания температуры анализа.

Термопары платинородий-платина типа ТПП-11 по ГОСТ 3044.

Трубка хлоркальциевая типа ТХ-И-2—250 по ГОСТ 25336 для сушки диоксида углерода.

Шкаф сушильный, обеспечивающий устойчивую температуру нагрева (200±5)°С.

Термометр для измерения температуры диоксида углерода от 0 до 50°С с ценой деления 1°.

Ротаметр типа РМ по ГОСТ 13045.

Манометр.

Моностат жидкостный для поддержания постоянного давления в системе (черт. 3).

Газоанализатор автоматический или ручного типа.

Склянка 4 по ГОСТ 25336 для газа при отсутствии автоматического газоанализатора.

Баллон стальной по ГОСТ 949 с редукционным вентилем для $CO_2$.

Углерода диоксид сжиженный по ГОСТ 8050, 99%-ной чистоты.

Весы лабораторные общего назначения 2-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г по ГОСТ 24104. Допускается применение других весов с аналогичными метрологическими характеристиками.

Кальций хлористый по ТУ 6—09—4711—81 или ангидрон.

Натрий хлористый по ГОСТ 4233, насыщенный раствор и водный раствор хлористого кальция, с массовой концентрацией 0,1 г/см$^3$, смешанные в соотношении 1 : 1, или другая жидкость, не поглощающая $CO_2$ (воду применять нельзя).

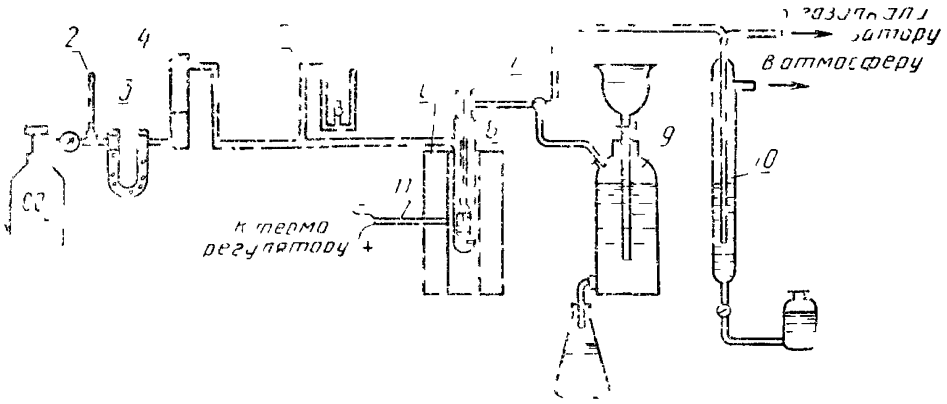
Калия гидроокись по ГОСТ 24363, водный раствор с массовой долей 30%.

## 3. ПОДГОТОВКА К АНАЛИЗУ

Установку собирают по схеме, приведенной на черт. 4. Длина пути продуктов реакции от реакционной трубки до газоанализатора должна быть по возможности минимальной.

Предварительно подготовленную сухую пробу кокса массой 7—10 г помещают в реакционную трубку. Кварцевый чехол термопары устанавливают так, чтобы спай термопары находился в центре реакционной зоны.

Соединяют реакционную трубку с системой приборов и проверяют на герметичность. Обнаруженные в системе неплотности устраняют.




*1*—баллон с диоксидом углерода; *2*—термометр для измерения температуры диоксида углерода, *3*—поглотительная склянка с хлоридом кальция или ангидраном; *4*—ротаметр; *5*—манометр, *6*—печь электрическая трубчатая; *7*—термопара; *8*—реакционная кварцевая трубка, *9*—стеклянная емкость для газа, заполненная в соответствии с п. 4 3; *10*—моностат, заполненный водой; *11*—термопара для измерения температуры в печи

Черт. 4

С помощью моностата устанавливают давление в системе, равное 101,325 КПа (760 мм Hg).

Через систему приборов пропускают диоксид углерода со скоростью 2—3 см$^3$/с до 100 %-ного содержания $CO_2$.

Включают обогрев печи и автоматический терморегулятор.

## 4. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА

В нагретую до заданной температуры печь устанавливают реакционную трубку так, чтобы проба кокса находилась в зоне постоянной температуры. В кварцевый чехол помещают контрольную термопару.

Пробу кокса нагревают до (1000±5)°С.

Устанавливают скорость подачи диоксида углерода 3 см$^3$/с. Момент, когда при этой скорости по показаниям контрольной термопары установится температура (1000±5)°С, считают началом анализа. Время достижения указанной температуры не должно превышать 10 мин с момента установления реакционной трубки в печи.

Испытание проводят в течение 15 мин при указанных параметрах.

При использовании ручного газоанализатора продукты реакции собирают в стеклянную емкость, анализ газа повторяют 2—3 раза.

По окончании анализа прекращают нагрев печи и подачу диоксида углерода, извлекают из печи реакционную трубку и после охлаждения выгружают остаток пробы кокса.

Примечание. При более глубоком исследовании свойств кокса допускается использовать указанный метод для контроля реакционной способности при температурах 900, 950, 1000 и 1050°С.

## 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

5.1. Реакционную способность кокса ($K$) в $см^3/г \cdot с$ вычисляют по формуле

$$K=\frac{V \cdot T}{m \cdot T_1} \cdot R, \qquad (1)$$

где $V$ — скорость подачи диоксида углерода, $см^3/с$;

$T$ — температура испытания по показаниям контрольной термопары, К;

$m$ — масса углерода в навеске кокса, г, вычисляемая по формуле

$$m=m_1 \frac{(100-A^d)}{100} \cdot \frac{C^{daf}}{1000}, \qquad (2)$$

где $m_1$ — масса навески кокса, г;

$A^d$ — зольность испытуемой пробы сухого кокса, %;

$C^{daf}$ — содержание углерода в пересчете на сухое беззольное состояние, % (при отсутствии данных $C^{daf}$ принимают равным 98%);

$T_1$ — температура диоксида углерода, подаваемого в реакционную трубку, $K$;

$R$ — степень преобразования газа-реагента (см. приложение 1), вычисляемая по формуле

$$R=2 \ln \frac{1}{1-r}-r, \qquad (3)$$

где $r=\frac{CO}{CO+2CO_2}$,

CO и $CO_2$ — содержание оксида и диоксида углерода в продуктах реакции за время анализа, %.

Пример расчета приведен в приложении 2.

5.2. Расхождение между результатами двух определений не должно превышать значений, указанных в таблице.

| Диапазон значений $K$, $см^3/г \cdot с$ | Расхождение между результатами | |
|---|---|---|
| | в одной лаборатории | в разных лабораториях |
| До 0,40 | 0,02% (абс.) | 0,05% (абс.) |
| Св. 0,40 | 5% (отн.) | 10% (отн.) |

5.3. Если расхождения между результатами двух определений превышают значения, указанные в таблице, проводят третье определение и за окончательный результат принимают среднее арифметическое двух наиболее близких результатов в пределах допускаемых расхождений.

Если результат третьего определения находится в пределах допускаемых расхождений по отношению к результатам каждого из двух предыдущих определений, то за окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов трех определений.

5.4. Константу скорости реакции рассчитывают с точностью до третьего десятичного знака и результаты округляют до второго десятичного знака по СТ СЭВ 543—77.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*
*Обязательное*

## СТЕПЕНЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГАЗА-РЕАГЕНТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ СО В ПРОДУКТАХ РЕАКЦИИ

| CO, % | *R* | CO, % | *R* | CO, % | *R* |
|---|---|---|---|---|---|
| 10,0 | 0,056 | 6 | 0,113 | 2 | 0,184 |
| 2 | 0,057 | 8 | 0,115 | 4 | 0,186 |
| 4 | 0,058 | 19,0 | 0,116 | 6 | 0,188 |
| 6 | 0,060 | 2 | 0,118 | 8 | 0,190 |
| 8 | 0,061 | 4 | 0,119 | 28,0 | 0,192 |
| 11,0 | 0,062 | 6 | 0,120 | 2 | 0,194 |
| 2 | 0,063 | 8 | 0,122 | 4 | 0,195 |
| 4 | 0,064 | 20,0 | 0,123 | 6 | 0,197 |
| 6 | 0,065 | 2 | 0,125 | 8 | 0,199 |
| 8 | 0,066 | 4 | 0,127 | 29,0 | 0,200 |
| 12,0 | 0,068 | 6 | 0,128 | 2 | 0,202 |
| 2 | 0,069 | 8 | 0,130 | 4 | 0,204 |
| 4 | 0,070 | 21,0 | 0,131 | 6 | 0,206 |
| 6 | 0,072 | 2 | 0,133 | 8 | 0,208 |
| 8 | 0,073 | 4 | 0,134 | 30,0 | 0,210 |
| 13,0 | 0,074 | 6 | 0,136 | 2 | 0,212 |
| 2 | 0,076 | 8 | 0,137 | 4 | 0,214 |
| 4 | 0,077 | 22,0 | 0,139 | 6 | 0,216 |
| 6 | 0,079 | 2 | 0,141 | 8 | 0,218 |
| 8 | 0,080 | 4 | 0,142 | 31,0 | 0,220 |
| 14,0 | 0,081 | 6 | 0,143 | 2 | 0,222 |
| 2 | 0,083 | 8 | 0,145 | 4 | 0,224 |
| 4 | 0,084 | 23,0 | 0,147 | 6 | 0,226 |
| 6 | 0,085 | 2 | 0,149 | 8 | 0,228 |
| 8 | 0,087 | 4 | 0,150 | 32,0 | 0,230 |
| 15,0 | 0,088 | 6 | 0,152 | 2 | 0,232 |
| 2 | 0,090 | 8 | 0,154 | 4 | 0,235 |
| 4 | 0,091 | 24,0 | 0,155 | 6 | 0,237 |
| 6 | 0,092 | 2 | 0,157 | 8 | 0,239 |
| 8 | 0,093 | 4 | 0,159 | 33,0 | 0,241 |
| 16,0 | 0,095 | 6 | 0,161 | 2 | 0,243 |
| 2 | 0,096 | 8 | 0,162 | 4 | 0,245 |
| 4 | 0,098 | 25,0 | 0,164 | 6 | 0,247 |
| 6 | 0,099 | 2 | 0,166 | 8 | 0,250 |
| 8 | 0,100 | 4 | 0,168 | 34,0 | 0,252 |
| 17,0 | 0,101 | 6 | 0,170 | 2 | 0,254 |
| 2 | 0,103 | 8 | 0,172 | 4 | 0,256 |
| 4 | 0,104 | 26,0 | 0,174 | 6 | 0,258 |
| 6 | 0,105 | 2 | 0,175 | 8 | 0,261 |
| 8 | 0,107 | 4 | 0,177 | 35,0 | 0,263 |
| 18,0 | 0,108 | 6 | 0,179 | 2 | 0,265 |
| 2 | 0,110 | 8 | 0,181 | 4 | 0,267 |
| 4 | 0,112 | 27,0 | 0,182 | 6 | 0,270 |

*Продолжение*

| CO, % | R | CO, % | R | CO, % | R |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 0,272 | 46,0 | 0,408 | 2 | 0,600 |
| 36,0 | 0,274 | 2 | 0,411 | 4 | 0,604 |
| 2 | 0,277 | 4 | 0,414 | 6 | 0,608 |
| 4 | 0,279 | 6 | 0,417 | 8 | 0,613 |
| 6 | 0,281 | 8 | 0,421 | 57,0 | 0,617 |
| 8 | 0,284 | 47,0 | 0,424 | 2 | 0,621 |
| 37,0 | 0,286 | 2 | 0,427 | 4 | 0,626 |
| 2 | 0,288 | 4 | 0,431 | 6 | 0,631 |
| 4 | 0,290 | 6 | 0,434 | 8 | 0,636 |
| 6 | 0,293 | 8 | 0,437 | 58,0 | 0,641 |
| 8 | 0,295 | 48,0 | 0,440 | 2 | 0,646 |
| 38,0 | 0,298 | 2 | 0,443 | 4 | 0,650 |
| 2 | 0,300 | 4 | 0,450 | 6 | 0,655 |
| 4 | 0,303 | 6 | 0,454 | 8 | 0,660 |
| 6 | 0,305 | 8 | 0,457 | 59,0 | 0,665 |
| 8 | 0,308 | 49,0 | 0,461 | 2 | 0,670 |
| 39,0 | 0,310 | 2 | 0,464 | 4 | 0,675 |
| 2 | 0,312 | 4 | 0,467 | 6 | 0,681 |
| 4 | 0,314 | 6 | 0,471 | 8 | 0,686 |
| 6 | 0,317 | 8 | 0,475 | 60,0 | 0,690 |
| 8 | 0,320 | 50,0 | 0,478 | 2 | 0,696 |
| 40,0 | 0,322 | 2 | 0,481 | 4 | 0,702 |
| 2 | 0,325 | 4 | 0,485 | 6 | 0,707 |
| 4 | 0,328 | 6 | 0,489 | 8 | 0,712 |
| 6 | 0,330 | 8 | 0,492 | 61,0 | 0,717 |
| 8 | 0,333 | 51,0 | 0,495 | 2 | 0,722 |
| 41,0 | 0,335 | 2 | 0,498 | 4 | 0,727 |
| 2 | 0,338 | 4 | 0,502 | 6 | 0,733 |
| 4 | 0,341 | 6 | 0,506 | 8 | 0,738 |
| 6 | 0,344 | 8 | 0,510 | 62,0 | 0,743 |
| 8 | 0,347 | 52,0 | 0,513 | 2 | 0,749 |
| 42,0 | 0,350 | 2 | 0,517 | 4 | 0,755 |
| 2 | 0,353 | 4 | 0,520 | 6 | 0,760 |
| 4 | 0,355 | 6 | 0,524 | 8 | 0,765 |
| 6 | 0,358 | 8 | 0,528 | 63,0 | 0,770 |
| 8 | 0,360 | 53,0 | 0,533 | 2 | 0,776 |
| 43,0 | 0,363 | 2 | 0,537 | 4 | 0,782 |
| 2 | 0,366 | 4 | 0,541 | 6 | 0,788 |
| 4 | 0,369 | 6 | 0,545 | 8 | 0,794 |
| 6 | 0,372 | 8 | 0,550 | 64,0 | 0,800 |
| 8 | 0,375 | 54,0 | 0,554 | 2 | 0,806 |
| 44,0 | 0,377 | 2 | 0,558 | 4 | 0,812 |
| 2 | 0,380 | 4 | 0,562 | 6 | 0,818 |
| 4 | 0,384 | 6 | 0,565 | 8 | 0,824 |
| 6 | 0,387 | 8 | 0,570 | 65,0 | 0,830 |
| 8 | 0,390 | 55,0 | 0,574 | 2 | 0,837 |
| 45,0 | 0,393 | 2 | 0,578 | 4 | 0,844 |
| 2 | 0,396 | 4 | 0,583 | 6 | 0,851 |
| 4 | 0,399 | 6 | 0,586 | 8 | 0,858 |
| 6 | 0,402 | 8 | 0,591 | 66,0 | 0,864 |
| 8 | 0,405 | 56,0 | 0,595 | 2 | 0,871 |

*Продолжение*

| CO, % | *R* | CO, % | *R* | CO, % | *R* |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 0,878 | 71,0 | 1,051 | 6 | 1,261 |
| 6 | 0,885 | 2 | 1,058 | 8 | 1,273 |
| 8 | 0,892 | 4 | 1,064 | 76,0 | 1,281 |
| 67,0 | 0,898 | 6 | 1,072 | 2 | 1,294 |
| 2 | 0,905 | 8 | 1,081 | 4 | 1,307 |
| 4 | 0,912 | 72,0 | 1,092 | 6 | 1,316 |
| 6 | 0,920 | 2 | 1,103 | 8 | 1,328 |
| 8 | 0,927 | 4 | 1,111 | 77,0 | 1,342 |
| 68,0 | 0,935 | 6 | 1,118 | 2 | 1,350 |
| 2 | 0,942 | 8 | 1,125 | 4 | 1,363 |
| 4 | 0,949 | 73,0 | 1,137 | 6 | 1,372 |
| 6 | 0,956 | 2 | 1,144 | 8 | 1,385 |
| 8 | 0,963 | 4 | 1,155 | 78,0 | 1,398 |
| 69,0 | 0,970 | 6 | 1,163 | 2 | 1,413 |
| 2 | 0,978 | 8 | 1,170 | 4 | 1,422 |
| 4 | 0,987 | 74,0 | 1,182 | 6 | 1,436 |
| 6 | 0,996 | 2 | 1,193 | 8 | 1,450 |
| 8 | 1,005 | 4 | 1,205 | 79,0 | 1,459 |
| 70,0 | 1,015 | 6 | 1,213 | 2 | 1,473 |
| 2 | 1,017 | 8 | 1,221 | 4 | 1,488 |
| 4 | 1,023 | 75,0 | 1,233 | 6 | 1,503 |
| 6 | 1,030 | 2 | 1,240 | 8 | 1,512 |
| 8 | 1,036 | 4 | 1,253 | 80,0 | 1,528 |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*
*Справочное*

## ПРИМЕР РАСЧЕТА РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ КОКСА

Зольность кокса ($A^d$) — 9,5%.
Масса навески кокса — 10 г.
Массовая доля углерода на сухое беззольное состояние — 98%.
Массовое содержание углерода ($m_1$) в навеске кокса

$$m=0,98\frac{(100-9,5)\cdot 10}{100}=8,87 \text{ г.}$$

Скорость подачи реагента $CO_2$ при температуре 20°С — 3 см³/с.
Температура реакции 1000°С.
Концентрация оксида углерода в продуктах реакции — 29%, диоксида углерода — 71%.
Степень преобразования газа-реагента находят по таблице приложения 1—$R=0,200$.
Следовательно, константа скорости реакции при 1000°С равна

$$K=\frac{V\cdot T}{m_1\cdot T_1}\cdot R=\frac{3\cdot 1273}{8,87\cdot 293}\cdot 0,20=0,29 \text{ см}^3/\text{см}.$$

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством черной металлургии СССР**

   **ИСПОЛНИТЕЛИ**

   **Л. М. Харькина**, канд. техн. наук (руководитель темы); **О. А. Нестеренко**; **Л. П. Семисалов**, канд. техн. наук

2. **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 10.03.89 № 439**

3. **ВЗАМЕН ГОСТ 10089—73**

4. **Стандарт соответствует СТ СЭВ 6161—88**

5. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

| Обозначение НТД, на который дана ссылка | Номер пункта, раздела |
|---|---|
| ГОСТ 949—73 | 2 |
| ГСОТ 2669—81 | 1.1 |
| ГОСТ 3044—84 | 2 |
| ГОСТ 4233—77 | 2 |
| ГОСТ 8050—85 | 2 |
| ГОСТ 13045—81 | 2 |
| ГОСТ 23083—78 | 1.1 |
| ГОСТ 24104—80 | 2 |
| ГОСТ 24363—80 | 2 |
| ГОСТ 25336—82 | 2 |
| ГОСТ 27564—87 | 1.2 |
| ГОСТ 27589—88 | 1.2 |
| ТУ 6—09—4711—81 | 2 |
| СТ СЭВ 543—77 | 5.4 |

Редактор *Н. Е. Шестакова*
Технический редактор *Л. А. Никитина*
Корректор *В. И. Варенцова*

Сдано в наб. 04.04.89 Подп. в печ. 30.08.89 1,0 усл. п. л. 1,0 усл. кр.-отт. 0,71 уч.-изд. л.
Тир. 4 000 Цена 5 к.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП, Новопресненский пер.,
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 429

| Величина | Единица | | |
|---|---|---|---|
| | Наименование | Обозначение | |
| | | международное | русское |
| **ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ** | | | |
| Длина | метр | m | м |
| Масса | килограмм | kg | кг |
| Время | секунда | s | с |
| Сила электрического тока | ампер | A | А |
| Термодинамическая температура | кельвин | K | К |
| Количество вещества | моль | mol | моль |
| Сила света | кандела | cd | кд |
| **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ** | | | |
| Плоский угол | радиан | rad | рад |
| Телесный угол | стерадиан | sr | ср |

## ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

| Величина | Единица | | | Выражение через основные и дополнительные единицы СИ |
|---|---|---|---|---|
| | Наименование | Обозначение | | |
| | | международное | русское | |
| Частота | герц | Hz | Гц | $с^{-1}$ |
| Сила | ньютон | N | Н | $м \cdot кг \cdot с^{-2}$ |
| Давление | паскаль | Pa | Па | $м^{-1} \cdot кг \cdot с^{-2}$ |
| Энергия | джоуль | J | Дж | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-2}$ |
| Мощность | ватт | W | Вт | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-3}$ |
| Количество электричества | кулон | C | Кл | $с \cdot А$ |
| Электрическое напряжение | вольт | V | В | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-1}$ |
| Электрическая емкость | фарад | F | Ф | $м^{-2} кг^{-1} \cdot с^4 \cdot А^2$ |
| Электрическое сопротивление | ом | Ω | Ом | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-2}$ |
| Электрическая проводимость | сименс | S | См | $м^{-2} кг^{-1} \cdot с^3 \cdot А^2$ |
| Поток магнитной индукции | вебер | Wb | Вб | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$ |
| Магнитная индукция | тесла | T | Тл | $кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$ |
| Индуктивность | генри | H | Гн | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-2}$ |
| Световой поток | люмен | lm | лм | кд · ср |
| Освещенность | люкс | lx | лк | $м^{-2} \cdot$ кд · ср |
| Активность радионуклида | беккерель | Bq | Бк | $с^{-1}$ |
| Поглощенная доза ионизирующего излучения | грэй | Gy | Гр | $м^2 \cdot с^{-2}$ |
| Эквивалентная доза излучения | зиверт | Sv | Зв | $м^2 \cdot с^{-2}$ |

gost.e-ecolog.ru