МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ВСЕСОЮЗНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОЕНИЗИРОВАННЫХ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

МЕТОДИКА

РАСЧЕТА ЛИНЕЙНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ДЛИННЫМИ СТОЛБАМИ ПО ПАДЕНИЮ ПЛАСТА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ БЕЗОПАСНЫЙ ВЫХОД ГОРНОРАБОЧИХ ПРИ ПОЖАРАХ

Москва, 1978 г.

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ВСЕСОЮЗНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОЕНИЗИРОВАННЫХ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

УТВЕРЕЖДАЮ:
НАЧАЛЬНИК ВСЕСОЮЗНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ВГСЧ
Т.Г.СОБОЛЕВ
12 03 1978г.

М Е Т О Д И К А

расчета линейных параметров системы разработки длинными столбами по падению пласта, обеспечивающих безопасный выход горнорабочих при пожарах

Москва - 1978

Настоящая Методика разработана на основании результатов исследований газодинамических процессов на добычных участках угольных шахт при резком изменении режимов их проветривания.

Такие изменения возможны при пожарах в выработках участков, отрабатываемых по падению пласта.

Предлагаемые в Методике расчетные зависимости предназначены для оценки возможности появления опасной ситуации на пожарном участке в условиях шахт Карагандинского бассейна. Кроме того "Методика" позволяет определять устойчивость проветривания выработок с нисходящим движением воздуха в любых условиях.

Эти расчеты выполняются для обеспечения безопасного ведения горноспасательных работ и безопасного выхода горнорабочих из аварийного участка, а также при проектировании для определении линейных параметров добычных участков, отрабатываемых по падению пласта.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Возникновение пожара в выработках добычного участка, отрабатываемого по падению пласта с возвратноточной через целик схемой проветривания, может вызвать резкое изменение дебита воздуха в очистном забое. Наибольшую опасность при этом представляет пожар в выработке с нисходящим проветриванием, особенно на сопряжении лавы с вентиляционным бремсбергом. В этом случае величина тепловой депрессии будет наибольшей и дебит воздуха может сократиться настолько, что сформируются метановые слои или содержание газа в исходящей из лавы струе превысит 2%.

Поэтому, для предотвращения появления опасной ситуации в случае возникновения пожара на таком участке, длина выработки с нисходящим проветриванием не должна превышать критического значения.

Если же при проектировании это условие не будет соблюдено, то при пожаре на участке может возникнуть угроза взрыва метана.

Для определения допустимой длины выработки с нисходящим проветриванием необходимо определить:

а) минимально допустимое количество воздуха, при котором обеспечиваются безопасные условия ведения горноспасательных работ;

б) максимальную депрессию, развиваемую главным вентилятором на участке;

в) среднюю температуру пожарных газов в выработке с нисходящим проветриванием.

После чего на основании полученных параметров рассчитывается допустимая длина выработки с нисходящим проветриванием.

Наряду с этим в процессе ликвидации аварии зачастую возникает необходимость оценить газоопасность пожарного участка или устойчивость проветривания выработки с нисходящим движением воздуха.

Оценка газоопасности очистных забоев, работающих по падению пласта, заключается в сравнении количества воздуха, которое бу-

дет поступать на участок в случае возникновения пожара с минимально допустимым дебитом воздуха, определенным по газовому фактору.

Устойчивость проветривания выработки с нисходящим движением струи определяется сравнением максимальной депрессии, создаваемой главным вентилятором на участке, с тепловой депрессией, возникающей в выработке при пожаре. При преобладании тепловой депрессии над максимальной - режим проветривания будет неустойчивым.

Ниже излагаются методы определения перечисленных параметров.

2. АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АЭРОТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ДОПУСТИМОЙ ДЛИНЫ ВЫРАБОТКИ С НИСХОДЯЩИМ ПРОВЕТРИВАНИЕМ УЧАСТКА, РАБОТАЮЩЕГО ПО ПАДЕНИЮ ПЛАСТА

2.1. Расчет термодинамических параметров вентиляционной струи при пожаре

Данные для расчета:

$h_т$ – тепловая депрессия, развиваемая пожаром в выработке с нисходящим проветриванием, кг/м2;

α – угол падения пласта, град.;

v – скорость движения воздуха в выработке с нисходящим проветриванием, м/с;

S – площадь поперечного сечения выработки с нисходящим проветриванием, м2.

Тепловая депрессия, создаваемая пожаром в выработке с нисходящим проветриванием, определяется по формуле:

$$h_т = L_ф \sin(\gamma_в - \gamma_п)\ кг/м^2, \qquad (1)$$

где $L_ф$ – отрезок выработки с нисходящим проветриванием, на котором происходит полное охлаждение воздуха за очагом пожара (длина "горячего факела"), м;

$\gamma_в$ – объемный вес воздуха при нормальном проветривании (при 15°С $\gamma_в = 1{,}225$ кг/м^3);

$\gamma_п$ – объемный вес пожарных газов, кг/м^3.

$$L_ф = 394 \frac{v\sqrt{S}}{1 + 0{,}8v}\ м, \qquad (2)$$

где v – скорость воздуха в выработке с нисходящим проветриванием, принимается равной её значению при нормальном режиме проветривания участка.

$$\gamma_п = \frac{\gamma_0}{1 + \frac{t_{гп}}{273}}\ кг/м^3, \qquad (3)$$

где γ_0 – объемный вес пожарных газов при нормальных условиях (при 0^0C $\gamma_0 = 1{,}295$ кг/м^3);

$t_{см}$ – среднеинтегральное значение температуры пожарных газов, определяемое из выражения

$$t_{см} = t_в + \frac{t_{оп} - t_в}{\ell_п + L_ф}\left(\frac{\ell_п}{2} + \frac{72\upsilon\sqrt{S}}{1{,}25 + \upsilon}\right)\ ^0C, \qquad (4)$$

где $t_в$ – температура воздуха в нормальной шахтной атмосфере (принимается равной 15^0C);

$t_{оп}$ – максимальная температура воздуха в очаге пожара, равная $t_{оп} = 700 + 46\upsilon\ ^0C$;

$\ell_п$ – длина зоны активного горения в выработке;

υ – скорость движения воздуха в выработке, м/с;

S – площадь поперечного сечения выработки, м^2.

2.2. Определение количества воздуха, проходящего через участок при пожаре

Данные для расчета:

$Q_н$ – начальное количество воздуха, проходящего через участок при нормальном проветривании, м^3/мин;

$h_т$ – тепловая депрессия, развиваемая пожаром в выработке с нисходящим проветриванием, кг/м2 (определяется по формуле (I);

h_{max} – максимальная депрессия, развиваемая главным вентилятором в выработках аварийного участка при пожаре, кг/м^2,

$$h_{max} = \frac{h_c}{\sqrt{1 - \frac{Q_c}{Q_н}}}\ кг/м^2, \qquad (5)$$

где h_c – перепад давлений, создаваемый опытным аэродинамическим сопротивлением, кг/м2;

Q_c – количество воздуха, проходящего по выработке участка при установленном в ней опытном сопротивлении, м^3/мин.

Значения h_c и Q_c один раз определяются на весь срок службы участка (например при депрессионной съемке) следующим образом.

В одной из выработок участка временно устанавливается опытное аэродинамическое сопротивление (парус, дощатая перемычка и т.п.). Затем определяют путем замеров перепад давлений по обе стороны перемычки h_c и дебит воздуха Q_c.

Количество воздуха, проходящего через участок при пожаре, определяется по формуле

$$Q_п = Q_н \left(1 - \frac{h_т^2}{h_{max}^2}\right) м^3/мин. \qquad (6)$$

2.3. Расчет минимально допустимого количества воздуха, проветривающего аварийный участок

Минимально допустимое количество воздуха, проветривающего аварийный участок, определяется из условия, при котором содержание метана в исходящей из лавы струе не должно превышать 2%.

Данные для расчета:

$Q_н$ – начальное количество воздуха, соответствующее нормальному режиму проветривания участка, $м^3$/мин;

$J_н$ – объем газовыделения на участке при нормальном режиме проветривания, $м^3$/мин.

Расчет минимально допустимого количества воздуха производится по формуле

$$Q_{доп} = 50 J_н^{n-1} \sqrt{\frac{50 J_н}{Q_н}} \; м^3/мин, \qquad (7)$$

где n – для пластов Карагандинского бассейна принимается из таблицы.

Индексы пластов	a_5, a_7, K_3, K_7, КО	K_4, K_{18}	K_{12} (Сарань)	K_{12} (Промучасток)
1	2	3	4	5

Если количество воздуха, поступающего на аварийный участок, будет меньше значения $Q_{доп.}$, то содержание метана в исходящей струе превысит 2% и участок будет газоопасным. В этом случае должны быть приняты меры по нормализации проветривания участка для обеспечения безопасности ведения горноспасательных работ.

2.4. Расчет допустимой длины выработки с нисходящим проветриванием

Допустимая длина выработки с нисходящим проветриванием определяется по формуле

$$L_{доп} = \frac{(A + 30) h_{max} \sqrt{1 - \frac{Q_{доп}}{Q_н}}}{\gamma_1 A \sin\alpha - h_{max} \sqrt{1 - \frac{Q_{доп}}{Q_н}}} \text{ м}, \qquad (8)$$

где параметр A равен

$$A = (2{,}38 + 0{,}16\upsilon)\left(15 + \frac{72\upsilon\sqrt{S}}{1{,}25 + \upsilon}\right); \qquad (9)$$

h_{max} - определяется по формуле (5), а $Q_{доп.}$ - по формуле (7).

2.5. Примеры расчета

ПРИМЕР I

Исходные данные:

$S = 6$ м^2 - площадь поперечного сечения выработки с нисходящим проветриванием;

ℓ = 1000 м – фактическая длина выработки;

α = 10^0 – угол падения выработки (пласта);

$Q_н$ = 900 $м^3$/мин – количество воздуха, проходящего через лаву при нормальном проветривании;

$J_н$ = 8,1 $м^3$/мин – объем газовыделения на участке;

$h_с$ = 50 кг/$м^2$ – перепад давлений, измеренный при установке паруса в выработке с нисходящим проветриванием;

$Q_с$ = 560 $м^3$/мин – количество воздуха, проходящего через лаву при установленном парусе.

Определить устойчивость проветривания и газоопасность участка, работающего по падению пласта $К_{I2}$, при возникновении пожара на сопряжении лавы с нисходящим вентиляционным бремсбергом. Определить допустимую длину выработки с нисходящим проветриванием.

Расчет

I. Максимальная температура в очаге пожара определяется по формуле

$$t_{оп} = 700 + 46 \cdot 2{,}5 = 815\ °C,$$

здесь значение υ принято из начальных условий (см. исходные данные).

2. Отрезок выработки с нисходящим проветриванием, на котором происходит полное охлаждение воздуха за очагом пожара, определяется по формуле (2)

$$L_ф = 394 \frac{2{,}5\sqrt{6}}{1 + 0{,}8 \cdot 2{,}5} = 804\ м.$$

3. Средняя температура пожарных газов в выработке с нисходящим проветриванием определяется по формуле (4)

$$t_{см} = 15 + \frac{819 - 15}{30 + 804}\left(\frac{30}{2} + \frac{72 \cdot 2,5\sqrt{6}}{1,25 + 2,5}\right) = 142\ ^{\circ}C.$$

4. Объемный вес пожарных газов определяется по формуле (3)

$$\gamma_п = \frac{1,295}{1 + \frac{142}{273}} = 0,85\ кг/м^3.$$

5. Тепловая депрессия в выработке с нисходящим проветриванием определяется по формуле (I)

$$h_т = 804 \cdot 0,1756(1,225 - 0,85) = 52,4\ кг/м^2$$

6. Максимальная депрессия, развиваемая главным вентилятором при пожаре на участке, определяется по формуле (5)

$$h_{max} = \frac{50}{\sqrt{1 - \frac{580}{900}}} = 81,3\ кг/м^2.$$

7. Количество воздуха, проходящего через лаву при пожаре, определяется по формуле (6)

$$Q_п = 900\left(1 - \frac{52,4^2}{81,3^2}\right) = 525\ м^3/мин.$$

8. Минимально допустимое по газу количество воздуха, проходящего через лаву, определяется по формуле (7)

$$Q_{доп} = 50 \cdot 8,1\sqrt[5-1]{\frac{50 \cdot 8,1}{900}} \approx 332\ м^3/мин,$$

где $n = 5$ (см. табл. для пласта $К_{I2}$ Промучастка).

Из расчета видно, что проветривание выработок участка при пожаре будет устойчивым и безопасным с точки зрения газонакопления, т.к. через лаву будет проходить больше минимально допустимого количества воздуха.

9. Определим значение допустимой длины выработки с нисходящим проветриванием по формуле (8), предварительно определив по

формуле (9) параметр А:

$$A = (2,38 + 0,16 \cdot 2,5)\left(15 + \frac{72 \cdot 2,5\sqrt{6}}{1,25 + 2,5}\right) = 369,$$

и длина выработки

$$L_{доп} = \frac{(369 + 30) \cdot 81,3\sqrt{1 - \frac{332}{400}}}{1,225 \cdot 0,1736 + 369 \cdot 81,3\sqrt{1 - \frac{332}{400}}} = 1870 \text{ м}.$$

Таким образом, фактическая длина выработки, равная 1000 м, вполне обеспечит устойчивость проветривания и безопасность при возникновении пожара в выработках участка.

ПРИМЕР П

При проектировании участков, работающих по падению пласта, допустимую длину выработки с нисходящим проветриванием удобно определять предварительно с использованием номограмм.

Исходные данные:

пласт - K_{12} ;

α = 15° - угол падения пласта;

J = 10 м³/мин - газообильность участка по прогнозу;

$Q_н$ = 1200 м³/мин - количество воздуха, подаваемого на участок;

$c_н$ = 0,835% - концентрация метана в исходящей струе участка при нормальном режиме проветривания;

S = 8 м² - площадь поперечного сечения выработки с нисходящим проветриванием;

v = 2,5 м/с - скорость движения воздуха по выработке;

h_{max} = 80 кг/м² - максимальная депрессия, определенная с помощью ЭВМ по аэродинамическим параметрам шахтной сети при ориентировочной длине выработки с нисходящим проветриванием, равной 1000 м.

Определить допустимую длину выработки с нисходящим проветриванием?

Решение

1) По номограмме рис.1 определяем длину факела горячих газов $L_ф$:

при $U = 2,5$ м/с и $S = 8$ м^2 $L_ф = 930$ м .

2). По номограмме рис.2 определяем среднюю температуру пожарных газов $t_{см}$:

при $U = 2,5$ м/с, $S = 8$ м^2 и $L_ф = l = 930$ м

$t_{см} = 140$ °С.

3) По номограмме рис.3 определяем тепловую депрессию $h_т$:

при $L_ф = 930$ м, $\alpha = 15^0$ и $t_{см} = 140$°С $h_т = 89$ кг/м^2

Отсюда следует, что ориентировочно принятая длина выработки, равная 1000 м, не проходит, так как $h_т = 89$ кг/м^2 > $h_{max} = 80$ кг/м^2.

4) По номограмме рис.4 определяем допустимое на участке количество воздуха $Q_{доп}$ и значение выражения $\sqrt{1 - \frac{Q_{уч}}{Q_н}}$

при $C_н = 835\%$, $n = 5$ и $J_н = 10$ м^3/мин $Q_{доп} = 400$ м^3/мин

и при $Q_н = 1200$ м^3/мин $\sqrt{1 - \frac{Q_{уч}}{Q_н}} = 0,81$.

5) По номограмме рис.5 определяем значение параметра А:

при $U = 2,5$ м/с и $S = 8$ м^2 $A = 420$.

6) По номограмме рис.6 определяем допустимую длину выработки $L_{уч}$:

при $\sqrt{1 - \frac{Q_{уч}}{Q_н}} = 0,81$; $h_{max} = 80$ кг/м^2; $\alpha = 15^0$ и $A = 420$,

$L_{уч} = 435$ м.

Как видно, предварительно выбранная длина выработки с нисходящим проветриванием, равная 1000 м, не обеспечивает устойчивость проветривания при пожаре. Эта длина по условиям безопасности не должна превышать 435 м.

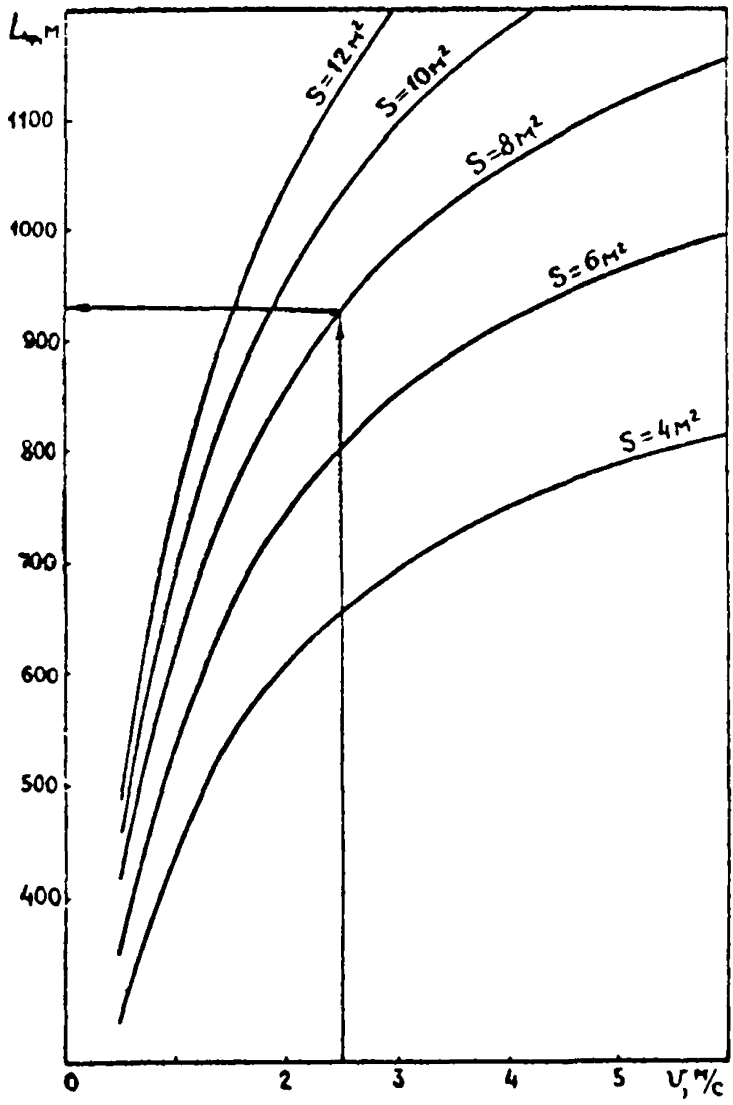
L, м
1100
1000
900
800
700
600
500
400
S=12м²
S=10м²
S=8м²
S=6м²
S=4м²
0
2
3
4
5
V, м/с

Рис.1

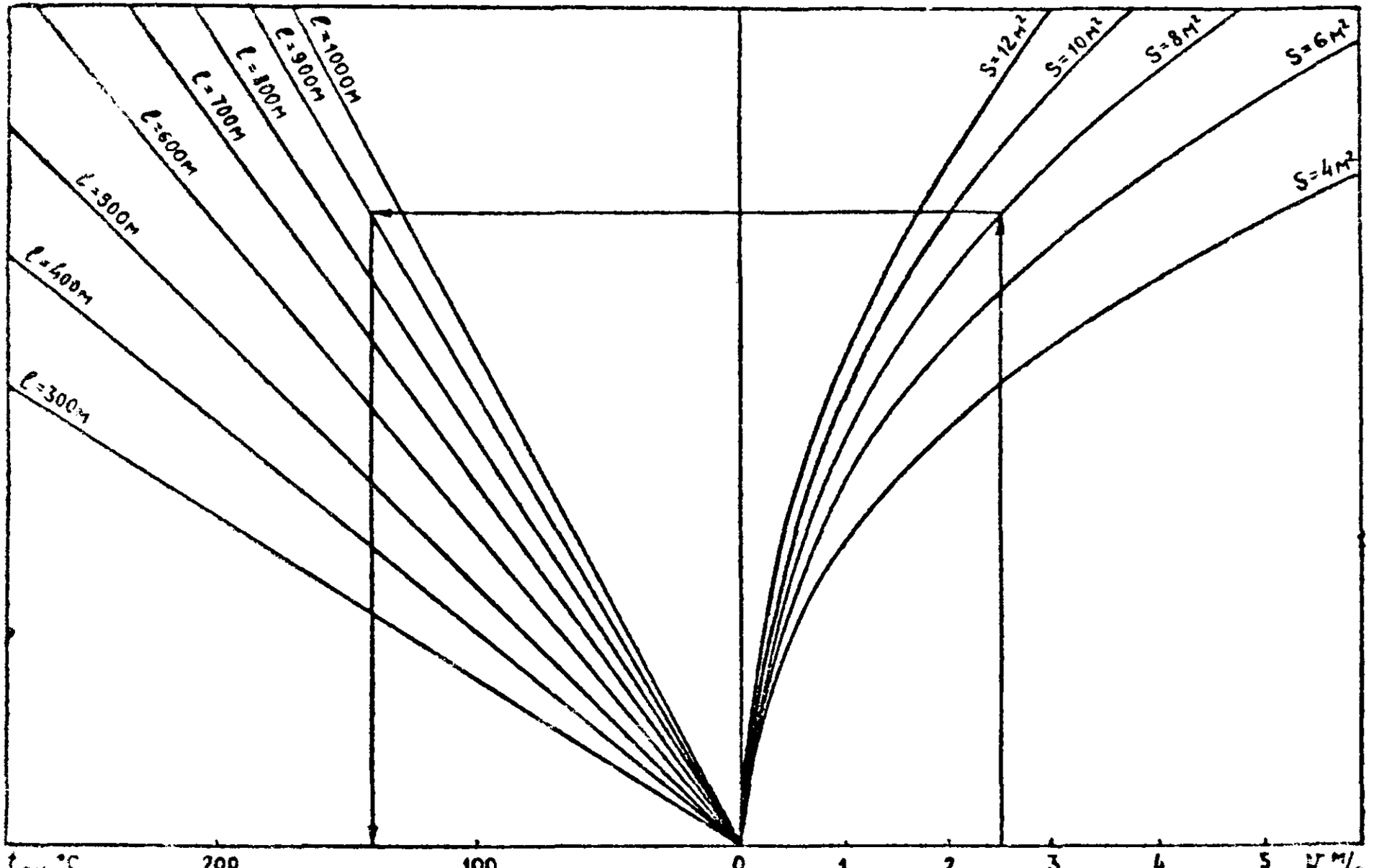
ℓ=1000м
ℓ=900м
ℓ=800м
ℓ=700м
ℓ=600м
ℓ=500м
ℓ=400м
ℓ=300м
S=12м²
S=10м²
S=8м²
S=6м²
S=4м²
t сн, °C
200
100
0
1
2
3
4
5
V, м/с

Рис. 2

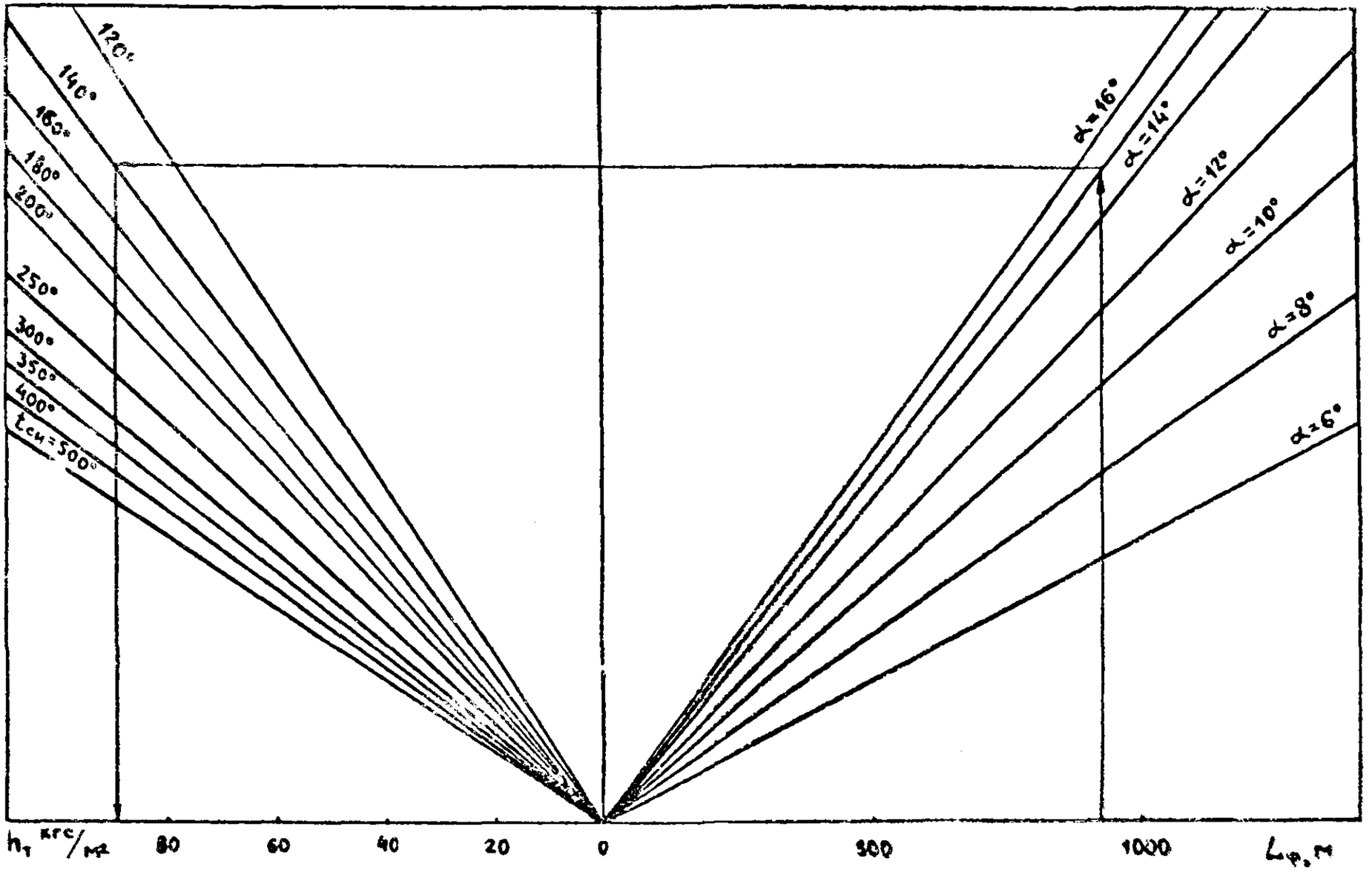
120°
140°
160°
180°
200°
250°
300°
350°
400°
$t_{см}$=500°
α=16°
α=14°
α=12°
α=10°
α=8°
α=6°
$h_т$ кгс/м²
80
60
40
20
0
500
1000
$L_р$, м

Рис. 3

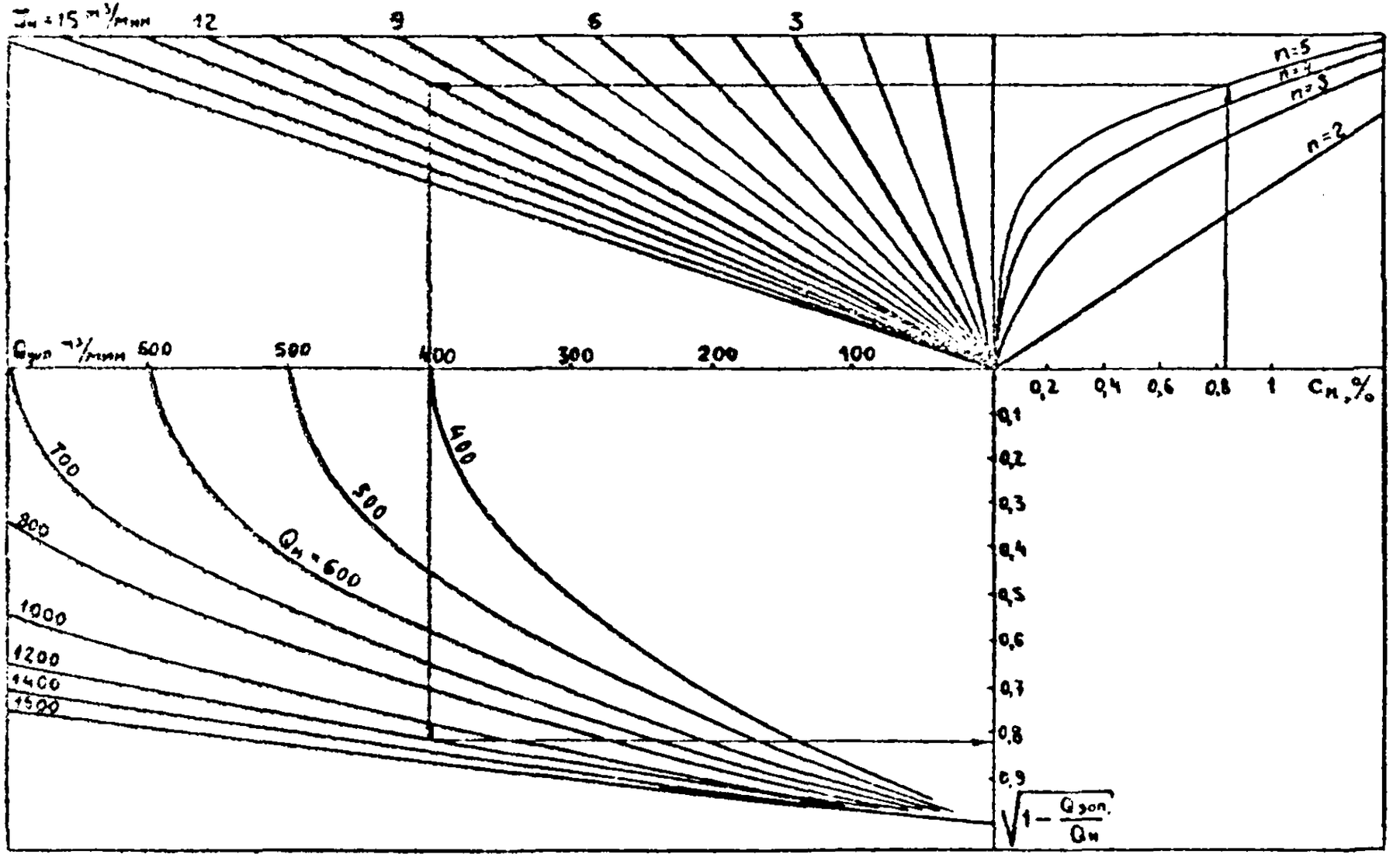
$Q_н$ = 15 м³/мин
12
9
6
3
n=5
n=4
n=3
n=2
$Q_{доп}$ м³/мин
600
500
400
300
200
100
0,2
0,4
0,6
0,8
1
$C_н$, %
700
500
400
$Q_н$ = 600
800
1000
1200
1400
1500
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
$\sqrt{1-\frac{Q_{доп.}}{Q_н}}$

Рис. 4

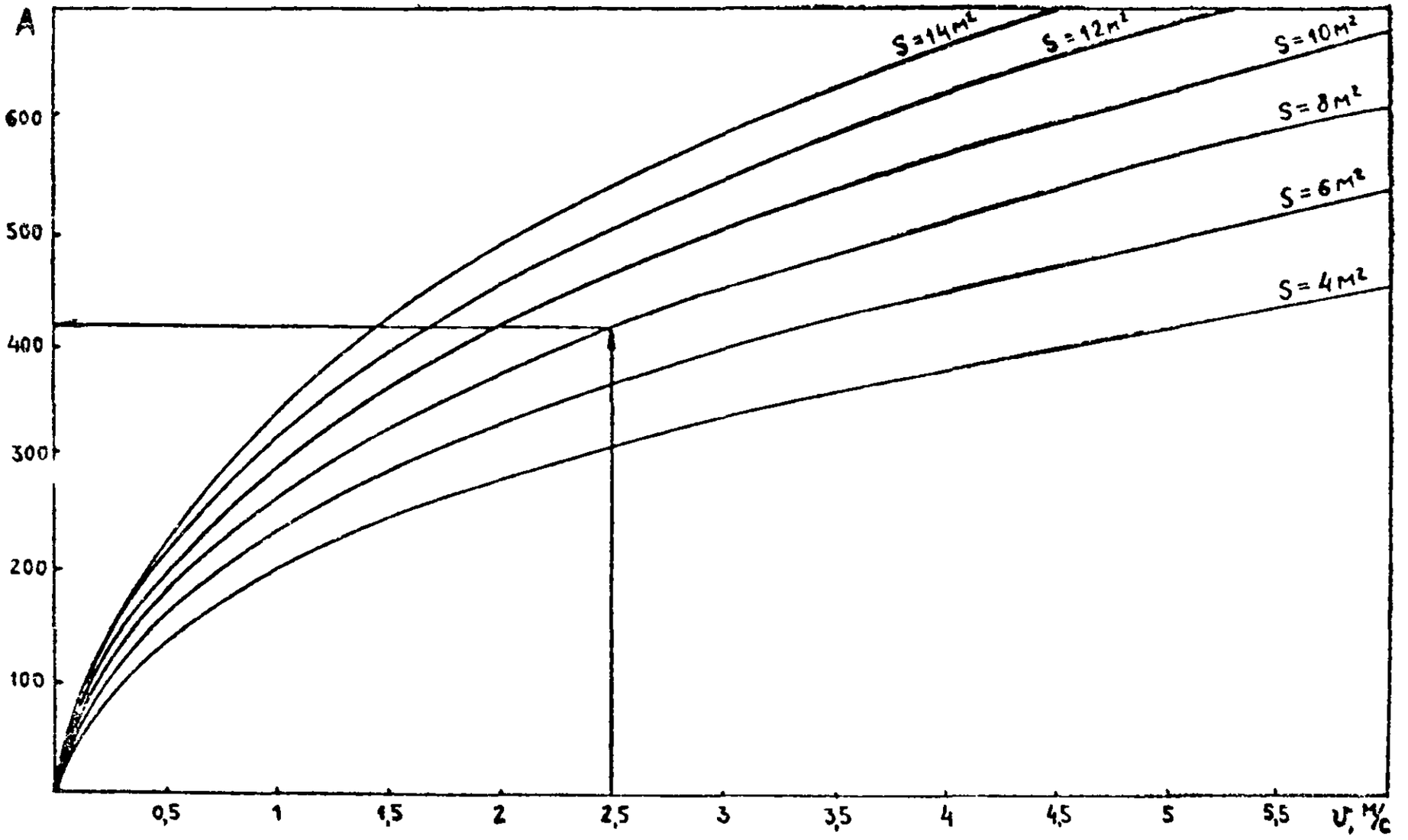
A
600
500
400
300
200
100
S=14м²
S=12м²
S=10м²
S=8м²
S=6м²
S=4м²
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
4,5
5
5,5
U, м/с

Рис. 5

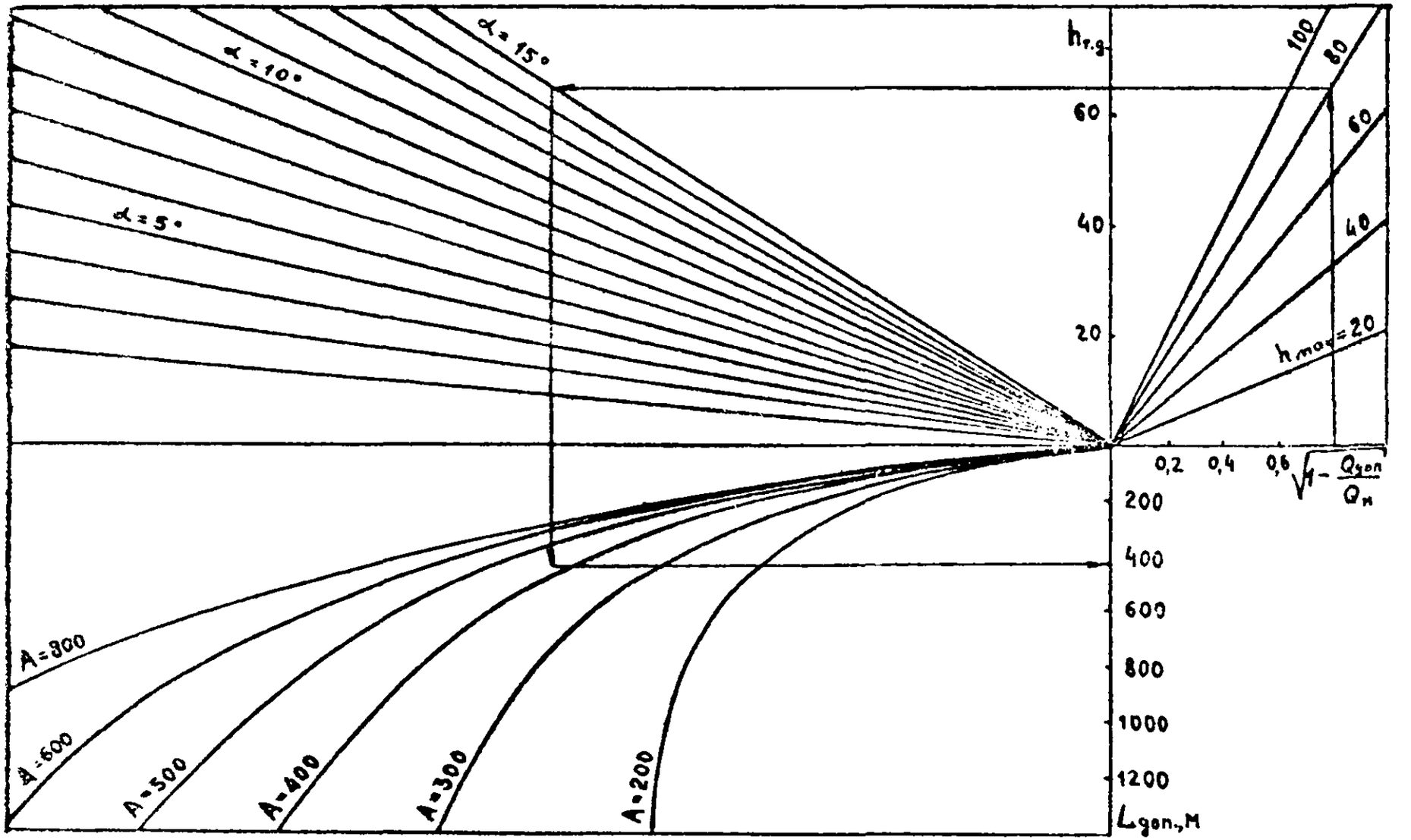

Рис. 6

gost.e-ecolog.ru