Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА
имени
А. А. Скочинского

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО И ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДОВ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ

МОСКВА
1982

gost.e-ecolog.ru

Для изучения эффективности использования источников информации просим при просмотре издания поставить подпись

Министерство угольной промышленности СССР

Академия наук СССР

Ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
Институт горного дела им. А. А. Скочинского

Лаборатория
механизированных крепей
и комплексов для пологих
пластов

УТВЕРЖДЕНА
зам. директора,
проф., докт. техн. наук
А. С. Кузьмичом
13 декабря 1979 г.

Ю. А. Коровкин

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО И ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДОВ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ



Москва
1982

УДК 622.285

Приведена методика расчета параметрического и типоразмерного рядов механизированных крепей во взаимосвязи с типоразмерным рядом комбайнов для пластов с кровлями II и III классов по управляемости. Даны практические рекомендации по выбору параметров и типов механизированных крепей для пластов различной мощности.

Методика разработана на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований и предназначена для работников научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций.

© Институт горного дела им. А. А. Скочинского
(ИГД им. А. А. Скочинского), 1982

Параметрический ряд – это упорядоченная совокупность числовых значений главного параметра машин одного или нескольких видов, которые обеспечивают минимум приведенных затрат в процессе производства и эксплуатации.

В качестве главного параметра механизированных крепей принята их минимальная конструктивная высота по последнему от линии забоя ряду стоек.

Параметрический ряд, дополненный основными параметрами машин, образует типоразмерный ряд. Основными параметрами механизированных крепей являются рабочее сопротивление на единицу поддерживаемой площади кровли, МН/м^2; на единицу длины забоя, МН/м и на единицу длины забоя по последнему от линии забоя ряду стоек (по посадочному ряду), МН/м, а также коэффициент раздвижности гидростоек.

Методика расчета параметрического и типоразмерного рядов механизированных крепей для пластов с кровлями П и Ш классов по управляемости включает следующее:

установление нижнего предела вынимаемой мощности пласта;

обоснование величин смещений кровли по ширине призабойного пространства в различных стадиях осадки кровли с учетом мощности пласта и рационального сопротивления крепи;

определение необходимых конструктивных размеров элементов механизированных крепей для выбора главного и основных параметров;

расчет параметрического и типоразмерного рядов механизированных крепей во взаимосвязи с параметрическим и типоразмерным рядами комбайнов с учетом колебаний средней мощности пластов и обеспечения непрерывности этих рядов;

экономическую оценку создания механизированных крепей с рациональными параметрами для пластов с кровлями различных классов.

Основной силовой параметр механизированных крепей определяется экспериментально-аналитическим методом в зависимости от класса кровли по управляемости [I] и мощности пласта по выражению общего вида:

$$P_{m_i} = P_{m_o} f(m_i), \qquad (I)$$

где P_{m_i} – необходимое сопротивление механизированной крепи для пластов мощностью m_i, МН/м²;

P_{m_o} – рациональное сопротивление крепи, установленное в результате экспериментальных исследований для пластов мощностью m_o, МН/м²;

$f(m_i)$ – функция изменения необходимого сопротивления крепи в зависимости от мощности пласта.

Применительно к кровлям II и III классов сопротивление механизированных крепей $P^{II}_{m_i}$ и $P^{III}_{m_i}$ может быть определено по выражениям частного вида:

$$P^{II}_{m_i} = 0{,}65 \frac{m_i - 4H_{m_i}}{(K_{p_i} - 1)\dfrac{4H_{m_o} - m_o}{1 - K_{p_o}}}; \qquad (2)$$

$$P^{III}_{m_i} = 0{,}95 \frac{m_i - 4H_{m_i}}{(K_{p_i} - 1)\dfrac{4H_{m_o} - m_o}{1 - K_{p_o}}}, \qquad (3)$$

где H_{m_i}, H_{m_o} – предельно допустимые смещения кровли в призабойном пространстве в периоды вторичных осадок при выемке пластов мощностью соответственно m_i и m_o, м/м;

K_{p_i}, K_{p_o} – коэффициенты разрыхления пород непосредственной кровли при выемке пластов мощностью m_i и m_o.

В выражениях (2) и (3) при P_{m_o}, равном соответственно 0,65 и 0,95, значения параметров H_{m_o} и K_{p_o} принимаются для m_o = 2,0 м. Средние значения параметров, входящих в выражения (2) и (3), установленные в результате экспериментальных исследований, представлены в табл. I.

Значения основного силового параметра механизированных крепей поддерживающего типа в зависимости от класса кровли и мощности пластов, рассчитанные по формулам (2) и (3), даны в табл. 2 и на рис. I. Передвижка секций механизированной крепи должна осуществляться с подпором к кровле.

Таблица I

Мощность пласта, м	H_{m_i}, м/м	K_{P_i}
0,7	0,0450	I,I5
I,0	0,0500	I,20
2,0	0,0550	I,30
3,0	0,0600	I,40
4,0	0,0625	I,50

Таблица 2

Мощность пласта, м	Рабочее сопротивление механизированной крепи		
	на I м^2 поддерживаемой площади кровли, МН/м^2	на I м длины забоя, МН/м	по посадочному ряду, МН/м
	Для кровель II класса		
0,7	0,37	I,50	0,75
I,0	0,43	I,70	0,85
2,0	0,65	2,60	I,30
3,0	0,77	3,I0	I,55
4,0	0,84	3,40	I,70
	Для кровель III класса		
0,7	0,53	2,I0	I,05
I,0	0,64	2,60	I,30
2,0	0,95	3,80	I,90
3,0	I,I0	4,50	2,25
4,0	I,20	4,90	2,45

Для уменьшения нижнего и увеличения верхнего пределов вынимаемой мощности пласта необходимо обеспечить превышение конструктивной высоты крепи призабойного ряда относительно высоты крепи посадочного ряда (рис. 2):

$$\Delta h^{(n)} = H_{m_i}(\ell_з - \ell_n), \qquad (4)$$

где $\Delta h^{(n)}$ – превышение конструктивной высоты крепи призабойного ряда относительно высоты крепи посадочного ряда (n-го типоразмера), м;

$\ell_з$ – расстояние от забоя до посадочного ряда стоек крепи, м;

ℓ_n – расстояние от забоя до призабойного ряда стоек крепи, м.

Минимальная конструктивная высота крепи наименьшего типоразмера (главный параметр) $H_{min}^{(n)}$ (в метрах) может быть определена из выражения

$$H_{min}^{(n)} = h + a + \beta - \frac{1}{2}\Delta h^{(n)}, \qquad (5)$$

где h – минимальная высота прохода для людей, м (согласно Правилам безопасности, h = 0,4 м);

a, β – высота соответственно основания и перекрытия крепи в месте прохода для людей, м.

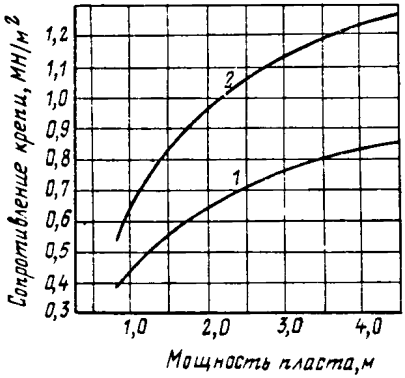

Рис. I. Зависимости необходимого сопротивления механизированной крепи от мощности пласта и класса кровли:
1 – для кровли средней трудности управления (II класса); 2 – для трудноуправляемой кровли (III класса)

Минимальная вынимаемая мощность пласта, на котором применяется крепь n-го типоразмера, $m_{min}^{(n)}$ находится из уравнения

$$m_{min}^{(n)} = H_{min}^{(n)} + H_{m_i}^{\ell_з(n)} + \theta_{m_i}^{(n)} + \Delta c_i^{(n)}, \qquad (6)$$

где $H_{m_i}^{\ell_з(n)}$ – величина смещений кровли в периоды вторичных осадок над посадочным рядом гидростоек крепи, м;

$\theta_{m_i}^{(n)}$ – запас раздвижности на разгрузку стоек от давления горных пород при передвижке крепи, м;

$\Delta c_i^{(n)}$ – толщина штыба на контактах крепи с боковыми породами, м.

Величины смещений кровли $H_{m_i}^{\ell}$ (в метрах) по ширине призабойного пространства ℓ (в метрах) в периоды вторичных осадок могут быть определены по зависимости общего вида:

$$H_{m_i}^{\ell} = H_{m_i}\,\ell\,. \qquad (7)$$

Тогда выражение для определения минимальной вынимаемой мощности пласта, на котором применяется крепь n-го типоразмера, с учетом формулы (6) принимает вид

$$m_{min}^{(n)} = H_{min}^{(n)} + H_{m_i} \ell_з^{(n)} + \theta_{m_i}^{(n)} + \Delta c_i^{(n)}, \qquad (8)$$

где $\ell_з^{(n)}$ – расстояние от забоя до посадочного ряда стоек крепи n-го типоразмера, м.

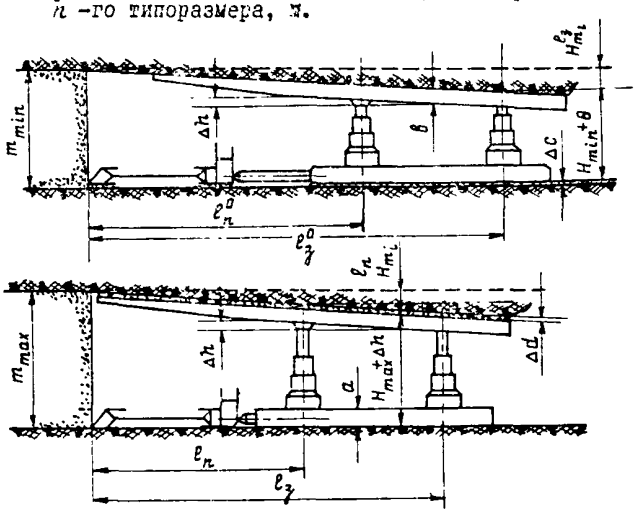

Рис. 2. Схема для расчета параметрического и типоразмерного рядов механизированных крепей

Максимальную конструктивную высоту крепи n-го типоразмера $H_{max}^{(n)}$ (в метрах) можно определить, зная ее минимальную конструктивную высоту и коэффициент раздвижности f:

$$H_{max}^{(n)} = H_{min}^{(n)} f. \qquad (9)$$

Максимальная вынимаемая мощность пласта, на котором применяется крепь n-го типоразмера, $m_{max}^{(n)}$ рассчитывается по уравнению

$$m_{max}^{(n)} = H_{max}^{(n)} + \frac{H_{m_i}^{\ell_n(n)}}{K} + \Delta h^{(n)} - \Delta d_i^{(n)}, \qquad (10)$$

где $\frac{H_{m_i}^{\ell_n(n)}}{K}$ – величина смещений кровли в периоды между вторичными осадками над призабойным рядом гидроопор крепи, м (коэффициент K принимается равным двум);

$\Delta d_i^{(n)}$ – запас раздвижности стоек на дораспор крепи n-го типоразмера, м.

С учетом формул (4) и (7) выражение (10) для определения максимальной вынимаемой мощности пласта, на котором применяется крепь n-го типоразмера, принимает вид

$$m_{max}^{(n)} = H_{max}^{(n)} + H_{m_i} \frac{\ell_n^{(n)}}{K} + H_{m_i}(\ell_з - \ell_n) - \Delta d_i^{(n)}. \qquad (11)$$

При расчете и выборе параметрического и типоразмерного рядов механизированной крепи должна обеспечиваться непрерывность диапазона ее применения. При этом верхний предел средней мощности пластов n-го типоразмера $m_{ср.в}^{(n)}$ должен быть больше или равен минимальной мощности пластов $(n+1)$-го типоразмера крепи $m_{min}^{(n+1)}$, а максимальная мощность пласта n-го типоразмера $m_{max}^{(n)}$ должна быть больше или равна нижнему пределу средней мощности пластов $(n+1)$-го типоразмера крепи $m_{ср.н}^{(n+1)}$:

$$m_{ср.в}^{(n)} \geq m_{min}^{(n+1)}; \quad m_{max}^{(n)} \geq m_{ср.н}^{(n+1)}. \qquad (12)$$

При соблюдении условий непрерывности ряда с учетом того, что расчет ведется для крепей повышенного и высокого сопротивления, обеспечивается значительное сокращение числа членов параметрического ряда и расширяется область применения механизированных крепей.

Нижний $m_{ср.н}^{(n)}$ и верхний $m_{ср.в}^{(n)}$ пределы средней мощности пластов находятся из выражений:

$$m_{ср.н}^{(n)} = \frac{m_{min}^{(n)}}{1 - \frac{\gamma}{100}}; \quad m_{ср.в}^{(n)} = \frac{m_{max}^{(n)}}{1 + \frac{\gamma}{100}}, \qquad (13)$$

где γ – колебание (изменение) средней мощности пластов, %.

Согласно работе [2] и результатам выполненных автором исследований, для пластов мощностью до 1 м в 90% случаев $\gamma \leq 15\%$; для пластов мощностью 1-2 м $\gamma \leq 10\%$ и более 2 м $\gamma = 5\text{-}10\%$. Для расчетов следует принимать верхний предел колебаний средней мощности пластов.

Минимальная конструктивная высота крепи $(n+1)$-го типоразмера $H_{min}^{(n+1)}$ (в метрах) определяется по формуле

$$H_{min}^{(n+1)} = m_{ср.в}^{(n)} - H_{m_i}^{\ell_{з(n+1)}} - \theta_{m_i}^{(n+1)}, \qquad (14)$$

где $H_{m_i}^{\ell_{з(n+1)}}$ – величина смещений кровли над посадочным рядом гидроопор крепи $(n+1)$-го типоразмера, м;

$\theta_{m_i}^{(n+1)}$ – запас раздвижности на разгрузку стоек крепи $(n+1)$-го типоразмера от давления горных пород, м.

Выражение (I4) с учетом формулы (7) примет вид

$$H_{min}^{(n+1)} = m_{ср.в}^{(n)} - H_{m_i} \ell_з^{(n+1)} - \theta_{m_i}^{(n+1)}. \qquad (I5)$$

Полученные при расчете значения $H_{min}^{(n+1)}$ корректируются в соответствии с одним из чисел параметрического ряда механизированных крепей по ГОСТ I5852-70 [3]. Затем по выражениям (4)-(I5) аналогично рассчитываются последующие члены параметрического и типоразмерного рядов для исследуемого диапазона мощности пластов. Величины H_{m_i}, θ_{m_i}, Δc_i и Δd_i устанавливаются для граничных значений мощности пластов. Они являются функцией параметров крепи, мощности пласта и свойств пород кровли.

Рассчитанные параметрический и типоразмерный ряды механизированных крепей для пластов мощностью 0,7-3,9 м с кровлями II и III классов приведены соответственно в табл. 3 и 4 и на рис. 3.

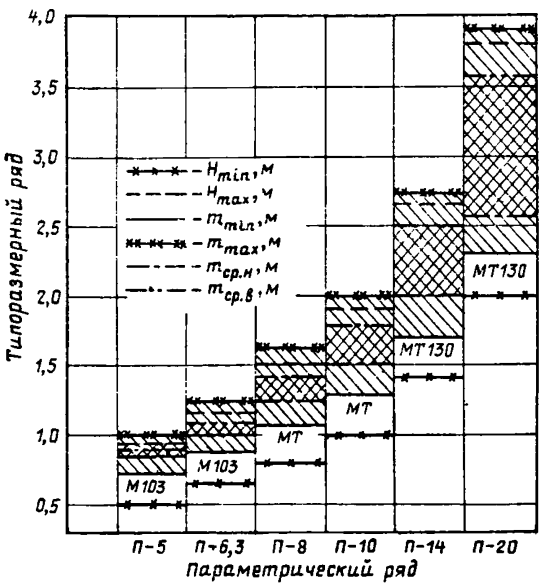

Рис. 3. Рациональная область применения механизированных крепей с предложенными параметрическим и типоразмерным рядами

Рациональный параметрический ряд механизированных крепей включает шесть типоразмеров. В механизированных крепях предусматривается наличие гидроопор с двойной раздвижностью или настрой-

Таблица 3

Типоразмер крепи	Главный параметр крепи H_{min}, м	Необходимое рабочее сопротивление крепи: на 1 м² поддерживаемой площади кровли, МН/м²	на 1 м длины забоя, МН/м	по посадочному ряду, МН/м	Максимальная конструктивная высота крепи H_{max}, м	Коэффициент раздвижности стоек крепи f	Превышение конструктивной высоты крепи Δh, м/м	Запас раздвижности стоек θ_{m_i}, м	Контактный слой штыба Δc, м	Запас раздвижности стоек на дораспор Δd, м	Вынимаемая мощность пласта с применением крепи данного типоразмера, м: минимальная	максимальная	Пределы средней мощности пластов, м: нижний	верхний	Тип крепи, соответствующий расчетному ряду
П-5	0,50	0,40-0,45	1,6-1,8	0,8-0,9	0,900	1,8	0,04	0,03	0,03	0,015	0,700	0,99	0,825	0,87	МП03
П-6,3	0,63	0,45-0,50	1,8-2,0	0,9-1,0	1,135	1,8	0,04	0,03	0,03	0,020	0,850	1,22	1,000	1,06	МП03
П-8	0,80	0,50-0,55	2,0-2,2	1,0-1,1	1,520	1,9	0,05	0,04	0,04	0,030	1,050	1,60	1,230	1,39	МТ
П-10	1,00	0,60-0,65	2,4-2,6	1,2-1,3	1,900	1,9	0,05	0,05	0,05	0,030	1,275	1,98	1,500	1,72	МТ
П-14	1,40	0,70-0,75	2,8-3,0	1,4-1,5	2,660	1,9	0,06	0,06	0,06	0,040	1,700	2,74	2,000	2,38	МП30
П-20	2,00	0,80-0,85	3,2-3,4	1,6-1,7	3,800	1,9	0,06	0,06	0,06	0,040	2,300	3,90	2,700	3,40	МП30

Таблица 4

Типоразмер крепи	Главный параметр крепи H_{min}, м	Необходимое рабочее сопротивление крепи: на 1 м² поддерживаемой площади кровли, МН/м²	на 1 м длины забоя, МН/м	по посадочному ряду, МН/м	Максимальная конструктивная высота крепи H_{max}, м	Коэффициент раздвижности стоек крепи f	Превышение конструктивной высоты крепи Δh, м/м	Запас раздвижности стоек θ_{m_i}, м	Контактный слой штыба Δc, м	Запас раздвижности стоек на дораспор Δd, м	Вынимаемая мощность пласта с применением крепи данного типоразмера, м: минимальная	максимальная	Пределы средней мощности пластов, м: нижний	верхний	Тип крепи, соответствующий расчетному ряду
П-5	0,50	0,60-0,65	2,4-2,6	1,2-1,3	0,900	1,8	0,04	0,03	0,03	0,015	0,730	0,99	0,855	0,87	МП03
П-6,3	0,63	0,65-0,70	2,6-2,8	1,3-1,4	1,135	1,8	0,04	0,03	0,03	0,020	0,870	1,22	1,020	1,06	МП03
П-8	0,80	0,80-0,85	3,2-3,4	1,6-1,7	1,520	1,9	0,05	0,04	0,04	0,030	1,050	1,60	1,230	1,39	МТ
П-10	1,00	0,90-0,95	3,6-3,8	1,8-1,9	1,900	1,9	0,05	0,05	0,05	0,030	1,275	1,98	1,500	1,72	МТ
П-14	1,40	1,00-1,05	4,0-4,2	2,0-2,1	2,660	1,9	0,06	0,06	0,06	0,040	1,700	2,74	2,000	2,38	МТП30
П-20	2,00	1,15-1,20	4,6-4,8	2,3-2,4	3,800	1,9	0,06	0,06	0,06	0,040	2,300	3,90	2,730	3,40	МТП30

кой. Дополнительная (вторая) раздвижность - гидравлическая, шаговая или с помощью удлинительных надставок. При наличии гидростоек с одинарной раздвижностью возникает необходимость в дополнительных типоразмерах крепи.

Анализ данных табл. 3 и 4 показывает следующее. Для пластов с кровлями П класса (табл. 3), на которые приходится 50% разрабатываемых пластов, типоразмерам П-5 и П-6,3 расчетного ряда соответствует механизированная крепь МІ03. Типоразмерам П-8 и П-10 может соответствовать облегченная механизированная крепь типа МТ со стойками, имеющими рабочее сопротивление 0,80-0,85 МН и унифицированными со стойками механизированных крепей типа М87УМ (М88). Согласно данным табл. 3 и 4, для обеспечения непрерывности ряда целесообразно создание типоразмера П-14 на базе крепи МІ30.

Для пластов с кровлями Ш класса (табл. 4), на которые приходится 25% общего количества шахтопластов, типоразмерам П-5 и П-6,3 соответствует механизированная крепь МІ03, при этом рабочее сопротивление крепи целесообразно увеличить на 15-20%. Типоразмерам П-8, П-10 и П-14, П-20 соответствуют механизированные крепи МТ и МТІ30. Для крепи МТІ30 целесообразно предусмотреть гидростойки с двойной раздвижностью для сокращения количества типоразмеров в типоразмерном ряду.

При расчете параметрического и типоразмерного рядов механизированных крепей необходимо учитывать соответствие их аналогичным рядам комбайнов, при этом минимальная мощность пласта, на котором может применяться крепь определенного типоразмера, должна быть равна или больше минимальной мощности пласта, вынимаемой комбайном соответствующего типоразмера. В то же время максимальная мощность пласта, на котором может применяться крепь данного типоразмера, должна быть равна или меньше максимальной мощности пласта, вынимаемой комбайном соответствующего типоразмера:

$$П^{(n)}_{m_{min}} \geq ПУ^{(n)}_{m_{min}}; \; П^{(n)}_{m_{max}} \leq ПУ^{(n)}_{m_{max}}, \qquad (16)$$

где $П$ - типоразмер крепи; $ПУ$ - типоразмер комбайна.

Допускается применение крепи одного типоразмера с комбайнами двух типоразмеров при граничных значениях мощности пластов.

В результате сравнительного анализа показателей параметров расчетного ряда механизированных крепей и ряда комбайнов по ГОСТ 11986-73 [4] выявлена их хорошая сходимость (табл. 5).

Таблица 5

Параметрический ряд механизированных крепей для пластов с кровлями II и III классов			Параметрический ряд комбайнов (по ГОСТ II986-73)		
Типоразмер крепи	Вынимаемая мощность пласта, м		Типоразмер комбайна	Вынимаемая мощность пласта, м	
	минимальная	максимальная		минимальная	максимальная
П-5	0,700; 0,730	0,990	ПУ-6	0,63	I,0
П-6,3	0,850; 0,870	I,220	ПУ-8	0,80	I,3
П-8	I,050	I,600	ПУ-I0	I,00	I,6
П-I0	I,275	I,980	ПУ-I3	I,25	2,0
			ПУ-I6	I,60	2,5
П-I4	I,700	2,740	ПУ-20	2,00	3,2
			ПУ-20	2,00	3,2
П-20	2,300	3,900	ПУ-25	2,50	4,0

В соответствии с предложенными рекомендациями Гипроуглемаш, ИГД им. А.А.Скочинского и машиностроительные заводы ведут работы по созданию и освоению комплексов оборудования (КМ103, КМТ, КМ130, КМТ130) с механизированными крепями повышенного и высокого сопротивления для сложных горно-геологических условий. Ведется также проработка унифицированного ряда щитовых механизированных крепей оградительно-поддерживающего типа. Параметрический ряд щитовых механизированных крепей будет содержать меньшее число членов ряда по сравнению с рядом крепей поддерживающего типа для аналогичного диапазона вынимаемой мощности пластов.

ЛИТЕРАТУРА

I. К о р о в к и н Ю. А. О классификации кровель в комплексно-механизированных забоях. – Уголь, I980, № I, с. I8-22.

2. Д а в и д я н ц В. Т. Совершенствование способов и средств управления кровлей на шахтах Донбасса. – М.: Недра, I969, с. 263-270.

3. ГОСТ I5852-70. Крепи механизированные для лав пологих пластов. Основные параметры. – Введ. с I.0I.7I. – М.: Госкомстандарт, I970, с. I-2.

4. ГОСТ II986-73. Комбайны очистные узкозахватные.-Взамен ГОСТ II986-66; Введ. с I.07.75. – М.: Госкомстандарт, I973, с. I-2.

Юрий Алексеевич Коровкин

МЕТОДИКА РАСЧЕТА
ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО И ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДОВ
МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ

Редактор И.П.Сидорова

Т-02423 Тираж 500 Цена 9 коп. Изд. № 8452 Заказ № 431

Типография Института горного дела им. А.А.Скочинского
I уч.-изд.л. Подписано к печати 2/П I982 г.

gost.e-ecolog.ru