

**АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ**

Выпуск 26

Л. Я. ПРОВОДНИКОВ

АЛЬБОМ ПАЛЕТОК

НОВОСИБИРСК

1963

А Н Н О Т А Ц И Я

В работе "Альбом палеток для определения элементов залегания намагниченных тел (глубины, мощности и интенсивности намагничения) без ошибки за выбор нормального поля" описаны построение и приемы практического использования палеток, позволяющих определять без ошибки за выбор нормального поля глубину залегания верхней кромки возмущающего тела, горизонтальную и вертикальную мощности и интенсивность намагничения его, а также максимальное напряжение аномалии.

Палетки составлены для случаев линейного и сложного изменения нулевых уровней.

Применение описываемых палеток расширяет диапазон поддающихся расчетам аномалий. Палетки просты в обращении. Они эффективно используются при массовых расчетах глубин залегания магнитных образований складчатых фундаментов платформенных областей и могут быть широко применены в разведке рудных объектов.

В работе кратко излагается также методика выбора узколокальных аномалий последнего порядка и определения по ним глубины залегания верхней кромки магнитных образований.

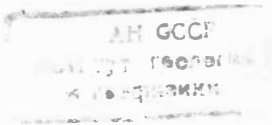
АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

Выпуск 26

Л Я ПРОВОДНИКОВ

АЛЬБОМ ПАЛЕТОК
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЛЕГАНИЯ
НАМАГНИЧЕННЫХ ТЕЛ
(ГЛУБИНЫ, МОЩНОСТИ И ИНТЕНСИВНОСТИ НАМАГНИЧЕНИЯ)
БЕЗ ОШИБКИ ЗА ВЫБОР НОРМАЛЬНОГО ПОЛЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР
НОВОСИБИРСК
1963



Л. Я. П р о в о д н и к о в

АЛЬБОМ ПАЛЕТОК

Редактор выпуска
канд. геол.- мин. наук Б. Д. Мяков

Редактор В. М. Бушуева
Художественный редактор В. Г. Бурыкин
Технический редактор А. М. Вялых
Корректор В. А. Книзева

Сдано в набор 17 марта 1963 г. Подписано в печать
30 мая 1963 г. МН 05718. Бумага 60x84/16.
2,5 печ. л. = 2,3 усл. печ. л. + 1 вкл., 1,9 уч.-изд. л.
Тираж 1000.

Издательство СО АН СССР. Новосибирск, Советская, 20.
Ротапринт. Заказ № 122 .

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Введение	5
I. Построение палеток	7
1. Палетки с линейным изменением уровней	—
2. Палетки со сложным изменением уровней	9
II. Применение палеток	12
1. Применение палеток с линейным изменением уровней	—
2. Применение палеток со сложным изменением уровней	14
3. Анализ погрешности в определении глубин палетками	—
III. К методике определения рельефа магнитных образований	20
IV. Примеры интерпретации палетками	22
1. Примеры интерпретации аномалий, расположенных на фоне плавного изменения напряжения магнитного поля при применении палеток первого комплекта	—
2. Примеры интерпретации аномалий, расположенных на участках относительно сложных полей с применением палеток второго комплекта	30

У. Пример построения разреза (Омский участок)	33
Заключение	35
Литература	36
Приложение 1. Первый комплект логарифмических палеток	38
Приложение 2. Второй комплект логарифмических палеток	40

ВВЕДЕНИЕ

Широко применяемые в последние годы расчеты глубины залегания магнитных образований производятся многочисленными способами и с различной степенью точности. Анализ результатов большого числа расчетов показывает, что наиболее точные определения глубин дают палеточные методы и, в частности, методы, учитывающие уровень нормального поля.

Отметим, что применение способов высших производных, предложенных А. А. Логачевым [3], как известно, уменьшает влияние соседних тел и устраняет необходимость знания уровня в случае его линейного изменения в пределах рассчитываемой аномалии. Это является существенным преимуществом данных способов. Однако приходится иметь в виду, что применимость их ограничивается возможностью расчетов глубины залегания преимущественно мощных пластов значительного погружения, относительной сложностью и зависимостью результатов от точности графического изображения интерпретируемых графиков.

При интерпретации палетками Ю. П. Тафеева (палетке I - Q ; [12]) и В. А. Бугайло [1], построенным при допущении линейного характера изменения уровня нормального поля, не требуется знания истинного нулевого уровня. Однако в связи с совмещением начала координат этих палеток (построенных в логарифмическом масштабе) с точкой максимума, они весьма чувстви-

тельны и обычно наблюдаемому на практике влиянию полей соседних тел и поэтому, как указывает Ю. П. Тафеев, практическое применение их ограничено.

Описываемые в данной работе палетки пригодны для определения элементов залегания и интенсивности намагничивания возмущающих тел без существенной ошибки за выбор нормального поля. При этом особенно ценно использование кривой графика аномалии на всем его протяжении, начиная от точки максимума. Интерпретация производится, таким образом, и по отрезку графика аномалии, наименее подверженному влиянию соседних тел.

По материалам аэромагнитных съемок на всей территории Западно-Сибирской низменности и частично на Сибирской платформе произведены массовые расчеты глубин с применением палеток (6, 10) и составлены карты рельефа складчатого фундамента и структур чехла. По мере выполнения буровых и сейсмических работ произведенные расчеты и общие принципиальные построения находят все большее подтверждение.

Кратко изложенные в работе методика выбора аномалий, подвергаемых расчетам, и способ расчетов с помощью приложенных палеток могут быть успешно использованы также и в магнитной разведке рудных объектов.

При составлении и вычерчивании палеток автору помогли сотрудницы лаборатории Д. В. Пучкова, Н. И. Шульгина, Г. Н. Каратаева, и он выражает им свою благодарность.

I. ПОСТРОЕНИЕ ПАЛЕТОК

Палетки составлены для определения элементов залегания намагниченных тел без ошибки за выбор уровня нормального поля при линейном и сложном характере его изменения.

1. Палетки с линейным изменением уровней

Первый комплект логарифмических палеток ([8], приложение 1) рассчитан для случаев сравнительно плавного изменения характера магнитного поля, на фоне которого может быть выделена аномалия (часто локальная аномалия последнего порядка), подвергаемая расчету.

Для построения палеток использованы графики Z соответствующих вертикально и однородно намагниченных тел, на которых был показан ряд дополнительных урезней, заведомо завышенных и заниженных относительно теоретического уровня и параллельных последнему (рис. 1, а - параллельные линии).

Относительно параллельных уровней построены новые графики Z в логарифмическом масштабе (на оси X отложены расстояния по профилю измерений в единицах глубины до верхней кромки тел; на оси y - напряжения Z в единицах $Z_{\text{макс}}$). Набор таких графиков скомплектован в палетки (приложение 1). На каждой палетке подписана соответствующая ей форма модели и нанесена линия глубин до верхней кромки. Коэффи-

палетки λ на кривых палеток показывают отношение истинной максимальной величины аномалии ($Z_{\text{макс}}$) к максимальной величине аномалии (исходной), которую требуется уточнить ($Z_{\text{макс исх.}}$).

На палетки нанесены номограммы зависимости $Z_{\text{макс исх.}}$ от коэффициента λ , величины $Z_{\text{макс}}$ и эффективной интенсивности намагничивания рассчитываемого тела J , построенные с использованием опубликованных и общезвестных формул.

Составлены палетки для следующих тел (приложение 1): вертикальных пластов бесконечного простирания и погружения, вертикальных пластов бесконечного простирания и ограниченных по глубине, горизонтальных крутоты цилиндров^у, вертикальных пластов бесконеч-

2/ Как известно, для определения глубины залегания поверхности намагниченных тел вида шара и горизонтального цилиндра необходимо знание их магнитных свойств. Последние обычно неизвестны, поэтому определение глубины залегания кромок таких тел практически не производится.

Ранее [2] рассмотрен вопрос приближенного определения глубины залегания верхней кромки указанных тел (наиболее приподнятого участка сферы или цилиндра h) без знания магнитных параметров. Оказалось, что по локальным аномалиям последнего порядка (обеспечивающим, как правило, соотношение $h > 2r$ для шара и $h > 3r$ для горизонтального цилиндра) с использованием палеток, уточняющих положение нормального уровня, возможно приближенное определение глубины залегания верхней кромки намагниченных тел вида шара и горизонтального цилиндра. В рабочем диапазоне величин $Z_{\text{макс}}$ (от 20 до 200 гамм) погрешность будет составлять 10-20% и лишь при очень высоких значениях \mathcal{H} (больше $20\,000 \cdot 10^{-6}$ СГС) - до 25-30%.

С помощью соответствующих палеток определяются глубины до центра и до верхней кромки рассматриваемых тел.

ного погружения и ограниченных по простиранию, мало-мощного вертикального штока значительного погружения (полюса), вертикальных пластов, ограниченных на глубину и по простиранию, шаровидных тел и вертикальных диполей.

С помощью палеток устраняются неточности, полученные за счет предварительного нанесения на наблюдаемый график уровня нормального поля, и исправляются: глубины залегания верхней кромки h , горизонтальная ($2b$) и вертикальная (примерно) мощности и эффективная величина интенсивности намагничения возмущающего тела J , а также максимальное напряжение аномалии ($Z_{\text{макс}}$).

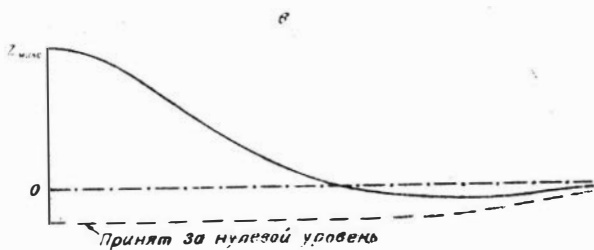
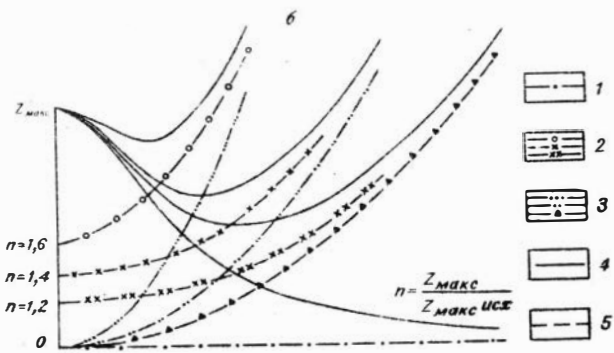
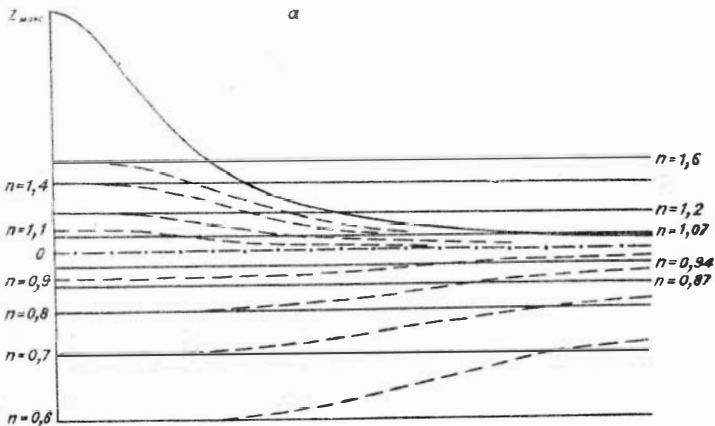
2. Палетки со сложным изменением уровней

Второй комплект логарифмических палеток составлен для приближенной интерпретации аномалий последнего порядка, расположенных на фоне сложного поля (приложение 2).

Аналогичные по построению вышеописанным для тех же тел (см. § 1) палетки эти составлены для случая нелинейного изменения нулевого уровня в пределах рассчитываемой аномалии.

Для построения палеток также использованы графики Z соответствующих вертикально и однородно намагниченных тел, на которых были проведены: дополнительные - сложные (нелинейного изменения) уровни, заведомо завышенные и заниженные относительно теоретического уровня.

Уровни получены путем выделения (отсечения) аномалий относительно линий (заведомо ошибочных уровней), проведенных на графиках аномалий, в свою очередь нанесенных на сложное нелинейное поле, например, в виде параболы. Кривизна последней, обуславливающая практическую возможность проведения того или иного заведомо ошибочного уровня, задавалась соответствующим



шими параметрами параболы (см. рис. 1, б). На участке графика с абсциссой больше $3-5 x_{0,5}$ (считая от абсциссы Z_{\max}) уровни построены примерно по закону изменения графика нити полюсов, кривая которого асимптотически приближается к нулевой линии. По заданному направлению полученных отрезков уровни плавно продолжены на участках графиков с абсциссой до $3-5 x_{0,5}$.

На рис. 1, а изображены построенные таким образом сложные уровни для нити полюсов (штриховые линии). Аналогично были нанесены уровни и на графики Z всех других рассматриваемых тел, в том числе и на графики с минимумами, характерными для ограниченных на глубину тел. На графиках Z этих тел уровни принятого нулевого поля построены также по закону асимптотического приближения значений Z к нулю, без выделения зон минимумов (см. рис. 1, в); таким же образом следует показывать уровни и на наблюдаемых графиках, так как в условиях сложного поля невозможно выделить зоны минимумов, их можно лишь предполагать.

Рис. 1. Различные положения выбранных уровней нормального (нулевого) поля (а) и примеры построения сложных уровней на графике Z маломощного шласта (б); нити полюсов и кругового горизонтального цилиндра (в).

1 - теоретический уровень нормального (нулевого) поля; 2 - уровни завышенного нулевого поля; 3 - три варианта уровней нулевого поля относительно аномалии последнего порядка; 4 - параллельное изменение уровней; 5 - сложное изменение уровней; Z_{\max} - истинная максимальная величина интерпретируемой аномалии; $Z_{\max \text{ исх.}}$ - максимальная величина аномалии относительно заведомо ошибочного положения нанесенного уровня.

II. ПРИМЕНЕНИЕ ПАЛЕТОК

1. Применение палеток с линейным изменением уровней

Палетки применяются следующим образом. График выбранной аномалии, перестроенный относительно проведенного уровня, вычерчивается на логарифмическом бланке с модулем 6,25 см. По горизонтальной оси от точки $Z_{\text{макс}}$ откладывается расстояние по профилю в выбранном масштабе (сантиметры, метры, километры), а по вертикальной оси значения Z в любом масштабе (сантиметры, гаммы). На логарифмический бланк наносятся значения по левой и правой ветвям графика. В случае значительного искажения одной из них (влияние соседнего тела) интерпретация производится по неискаженной ветви.

Соответствующая палетка для рассчитываемой аномалии выбирается по соотношению плановых размеров аномалии (большое простираение, изометрическая форма и пр.), наличию минимумов и виду кривой. Выбор палетки может быть облегчен с помощью логарифмических палеток Ю. П. Тафеева (палеток Q , не учитывающих смещения уровня; [11, 12]), составленных с заменой направления оси Z на обратное (по Н. А. Иванову [2]; в этом случае палетками удобнее пользоваться, так как максимум аномалии располагается в верхней части палетки) и дополненных кривыми для различных форм тел, а также номограммами для определения J . Эти палетки могут рассматриваться как "ключевые" (см. приложение 1; № I-1У) относительно описываемых (комплект первый). Цифры в кружках на кривых "ключевых" палеток обозначают номер искомой палетки, с помощью которой следует исправить искомые параметры за счет положения уровня нормального поля. При наложении на блужденного графика на "ключевую" палетку прежде всего обращаем внимание на участок графика аномалии от максимума до полумаксимума.

Путем наложения исследуемого графика Z (или ΔT)^{х)} на выбранную палетку и перемещения его с соблюдением параллельности осей убеждаемся в соответствии выбранной палетки по совмещению ее с графиком на всем его протяжении.

По точке пересечения линии h палетки с наблюдаемым графиком, совмещенным с одной из кривых палетки, находим значение h в масштабе наблюдаемого графика. Окончательное вычисление глубины залегания верхней кромки возмущающего тела производится по формуле:

$$H = h \cdot \cos \alpha - r - R,$$

где H — искомая глубина верхней кромки (от уровня моря);

h — глубина, определенная по палетке;

α — угол отклонения профиля исследований от направления, перпендикулярного простиранию тела;

r — высотная отметка от уровня моря;

R — высота полета (при аэромагнитной съемке).

Глубина нижней кромки, ширина, мощность, как и другие элементы залегания тела, определяются параметром модели примененной палетки.

По величине $Z_{\text{максисх}}$ наблюдаемого графика и коэффициенту n кривой, с которой совпал интерпретируемый график, с номограммы могут быть сняты уточненные значения $Z_{\text{макс}}$ и J . В случае, когда интерпретируемая кривая оказывается между кривыми палетки, параметры получают путем интерполяции.

^{х)} При расчетах глубин и определении других элементов залегания практически допустимо отождествление графиков Z и ΔT [13]. (h определяется по усредненным значениям двух ветвей графика ΔT).

Рассуждения на протяжении всей работы о Z или $Z_{\text{макс}}$ в равной мере относятся к ΔT и $\Delta T_{\text{макс}}$.

2. Применение палеток со сложным изменением уровней

Палетки, построенные по сложным уровням, могут быть применены, как и палетки с параллельным изменением уровней. Эти палетки аналитически строго не обоснованы, так как уровни проведены в известной степени субъективно. Поэтому применение их может быть рекомендовано в качестве первого опыта интерпретации аномалий, расположенных в условиях сложного поля. Выбор их облегчается использованием "ключевых" палеток I, III (приложение 1), а также IIa и IVa (приложение 2). Сложные уровни на последних проведены согласно указанному выше приему (см. рис. 1, в).

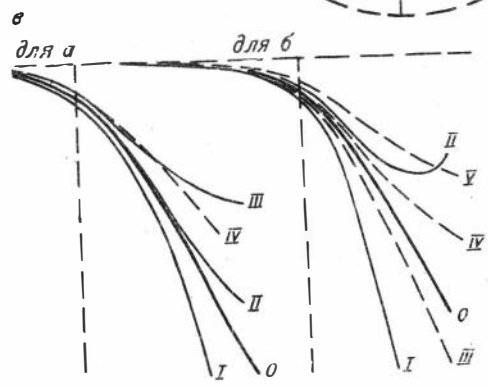
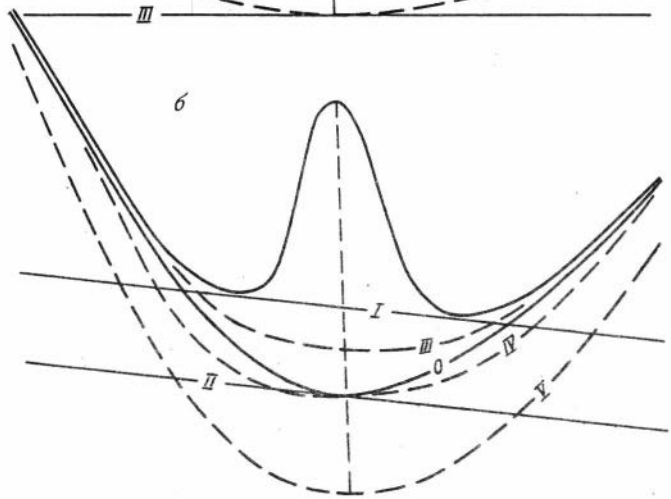
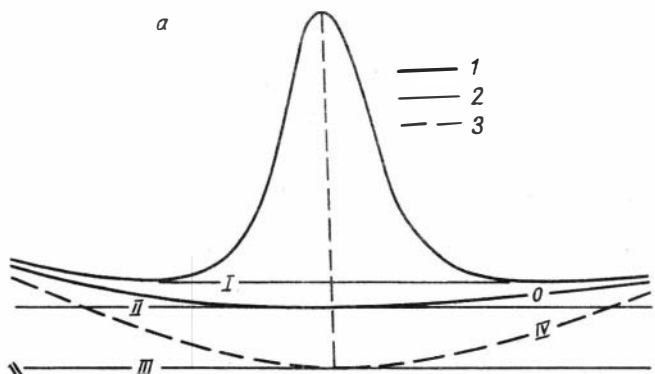
3. Анализ погрешности в определении глубин палетками

Погрешность в определении h за счет положения нормального уровня относительно аномалии последнего порядка может быть иллюстрирована рис. 2, на котором показаны варианты уровней в условиях относительно спокойного (рис. 2, а) и сложного (см. рис. 2, б) полей (уровень 0 по отношению к кривой графика соответствует теоретическому нулевому уровню вертикального пласта мощностью $2b = 2h$, бесконечного простира- ния и погружения).

Рис. 2. Графики Z вертикального пласта мощности $2b = 2h$, бесконечного простира- ния и погружения.

а - наложенные на уровни относительно спокойного поля;
б - наложенные на уровни относительно сложного поля;
в - в логарифмическом масштабе относительно прове- денных уровней нулевого поля и данные их интерпре- тации (применены палетки вертикального пласта мощно- сти $2b = 2h$, бесконечного простира- ния и погружения, построенные при параллельном (№ 3) и сложном (№ 3а) изменении уровней).

Уровни: 1 - нулевые, 2 - параллельные, 3 - сложные.



Относительный уровень	<i>h</i> (в единицах <i>h</i>) с применением палеток:		
	№ 3	№ 3а	
<i>a</i> {	0	1,00	1,00
	I	1,00	
	II	1,00	
	III	1,00	
	IV	1,05	1,00
<i>б</i> {	0	1,00	1,00
	I	1,07	
	II	1,15	
	III	1,05	1,05
	IV	1,05	1,00
V	1,15	1,00	

Изображенные на рис. 2, а в логарифмическом масштабе графики Z построены относительно уровней, отмеченных на рис. 2, а и 2, б.

При интерпретации кривых рис. 2, в палетками № 3 (приложение 1) и № 3 а (приложение 2) глубины определяются без погрешности (палетки № 3 и № 3а — для вертикального пласта мощностью $2b = 2h$, бесконечного простирания и погруженная, с параллельным (3) и сложным (№ 3а) изменением положения уровней). Лишь при интерпретации палеткой № 3 графика, построенного относительно сложного уровня (уровень IV), глубина h завышена на 5%.

При расчетах графиков, построенных относительно уровней рис. 2, б, получены погрешности до 5% при использовании палетки № 3а (за счет отклонения конфигурации сложных уровней палетки от нанесенных на рис. 2, б). При интерпретации палеткой № 3 графиков, построенных относительно параллельных (уровни I и II) и сложных уровней (уровни III, IV, V), погрешность достигает в том и другом случаях 15% (я больше для графиков, построенных по отношению к уровням, расположенным ниже уровня II при параллельном изменении и ниже уровня V при сложном изменении их; см. рис. 2, б).

Очевидно, при существенном отклонении в проведении сложных уровней от уровней рис. 2 или в случаях еще большей их сложности возможны погрешности в определении h более 15–20%. Поэтому определение уровней нормального поля расчетных аномалий требует тщательного анализа графиков.

Интересно определение ошибки при использовании палеток, не соответствующих виду рассчитываемой аномалии.

Если, например, палеткой № 1 (приложение 1) с параллельным изменением уровней, предназначенной для интерпретации вертикальных пластов малой мощности ($2b < h$), бесконечного простирания и погружения, попытаться интерпретировать кривые Z однородно и вертикально намагниченных тел различных форм (табл-

ца), то обнаруживаются относительно небольшие возможности совмещений кривых разных палеток, в пределах которых ошибки в определении глубин обычно не превышают $\pm 10-20\%$. В таблице исключением является кривая палетки 20, при интерпретации которой погрешность составляет 40%.

Кривые палетки		Интерпретированы палеткой	h (в единицах истинной глубины)	Примечание
N	n			
2	0,6	№ 1 для нити	1,15	Удовлетворительное совмещение
2	1,0		1,15	
2	1,4		1,20	
3	0,6	"	-	Нет совмещения
3	1,0	"	-	
3	1,4	"	-	
25	0,6	"	0,95	Удовлетворительное совмещение За пределами палетки
25	1,0	"	0,95	
25	1,4	"	-	
10	0,6	"	0,85	Удовлетворительное совмещение только верхней части кривой до $0,5 Z_{\text{макс}}$; ниже - резкое несовмещение
10	1,0	"	0,82	Удовлетворительное совмещение
10	1,4	"	-	За пределами палетки
14	0,6	"	1,17	Нижняя часть кривой не совмещена
14	1,0	"	1,20	За пределами палетки
14	1,4	"	-	

Кривые палетки		Интерпретированы палеткой	h (в единицах истинной глубины)	Примечание
N	n			
19	0,6	№ 1 для нити	1,20	Нет совмещения
19	1,0		-	
19	1,4		-	
20	0,6	"	-	Нижняя часть кривой не совмещается Удовлетворительное совмещение с $n = 1,2$ палетки № 1 За пределами палетки
20	1,0		1,4	
20	1,4		-	
35	0,6	"	0,85	Нижняя часть кривой не совмещается За пределами палетки
35	1,0		0,87	
35	1,4		0,87	
30	0,6	"	-	Нет совмещения
30	1,0		-	
30	1,4		-	
43	0,6	"	1,05	Нижняя часть кривой не совмещается Нет совмещения
43	1,0		0,95	
43	1,4		-	
39	0,6	"	0,90	Удовлетворительное совмещение
39	1,0		0,95	
39	1,4		0,97	
41	0,6	"	-	Нет совмещения
41	1,0		-	
41	1,4		-	

Кривые палетки		Интерпретированы палеткой	h (в единицах истинной глубины)	Примечание
N	n			
27	0,6	№ 35 для полюса	1,10	Удовлетворительное совмещение
27	1,0		1,10	
27	1,4		1,10	
30	0,6	"	-	Нет совмещения
30	1,0		-	
30	1,4		-	
43	0,6	"	0,9	Нижняя часть кривой плохо совмещается
43	1,0		0,8	
43	1,4		-	
36	0,6	"	-	Нет совмещения
36	1,0		-	
36	1,4		-	
41	0,6	"	-	Нет совмещения
41	1,0		-	
41	1,4		-	

Примечание. К анализу палеток с линейным изменением уровней (приложение 1).

Если же, например, палеткой 35 с параллельным изменением уровней, рассчитанной для полюса, интерпретировать кривые Z от тел, форма которых в плане близка к изометричной (вертикальные пласти, ограниченные по простиранию, бесконечного погружения; вертикальные пласти, ограниченные по простиранию и вертикали до вида шара; (см. таблицу), то также наблюда-

ются небольшие пределы возможных совмещений с погрешностью в глубинах до $\pm 10\%$ и только для шара - до $\pm 20\%$.

Анализ палеток со сложным изменением уровней обнаруживает примерно аналогичные рассмотренным пределы возможных совмещений и погрешностей.

Таким образом, ошибка в предположении формы тела (выбор номера палетки) не обуславливает, за редкими исключениями, значительную величину погрешности. Однако для наблюдаемых кривых Z или ΔT , обычно отклоняющихся от теоретического вида, пределы возможных совмещений (приближенных) и, следовательно, погрешности будут значительно большими. Поэтому желательно примерное определение формы возмущающего тела, для чего необходим тщательный анализ характера расчетной аномалии по ряду коррелирующих ее профилей.

III. К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЛЬЕФА МАГНИТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Многолетний опыт массовых расчетов глубин залегания намагниченных пород, связанных с определением рельефа складчатого фундамента платформенных областей и крупных впадин, убеждает в необходимости расчетов по локальным аномалиям последнего порядка и аномалиям с относительно большими величинами градиентов [4-7].

Расчеты таких аномалий (по профилям, секущим примерно центральную их часть) позволяют определить минимальные глубины залегания магнитных масс, отражающие наиболее близкое к действительному положение кровли намагниченных пород.

Следует отметить, что по наиболее выразительным аномалиям, относительно широким и интенсивным, часто возможно определить лишь глубины залегания полюсов (эквивалентных суммарному полю сложно дифференцированных в магнитном отношении тел), которые регистрируются, как правило, значительно глубже кровли неодно-

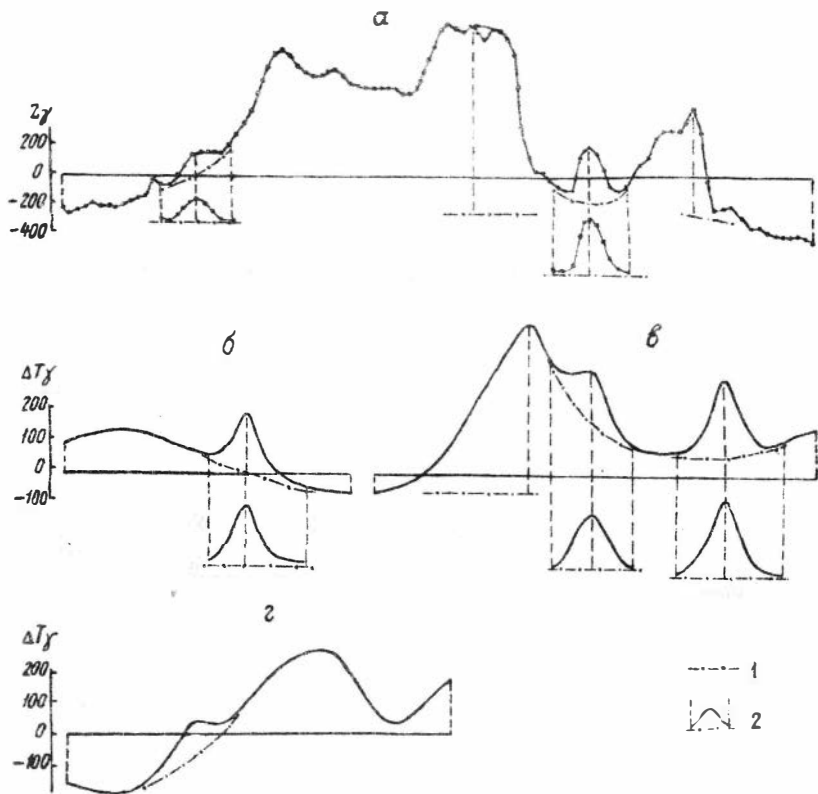


Рис. 3. Участки графиков Z и ΔT , использованные для расчета глубин залегания магнитных образований.

1 - уровни нормального поля по отношению к узко-локальным аномалиям; 2 - рассчитанные аномалии, построенные относительно нанесенных уровней нормального поля.

родных по магнитным свойствам пород и потому не имеют в ряде случаев практического значения (при изучении рельефа кристаллического фундамента платформенных областей и др.; здесь не рассматриваются вопросы,

связанные с многоэтажным структурно-тектоническим расчленением и глубинным строением земной коры, а также специфические вопросы разведки рудных объектов).

Для расчетов необходимо использовать непосредственно наблюдаемые графики Z или ΔT (магнитограммы). Расчеты по аномалиям, снятым с карт изоаномал, всегда сопряжены со значительными погрешностями.

Способы выделения локальных аномалий последнего порядка и необходимые вспомогательные построения показаны на рис. 3. Уровень нормального (нулевого) поля относительно рассчитываемой аномалии последнего порядка предварительно наносится непосредственно на наблюдаемом графике (магнитограмме) как естественное продолжение линии графика напряжений более крупной аномалии предпоследнего порядка, с учетом предполагаемого вида локальной аномалии. Примерный вид аномалии определяется анализом ряда соседних графиков, коррелирующих рассчитываемую аномалию. Учитываются и имеющиеся данные о форме намагниченных тел.

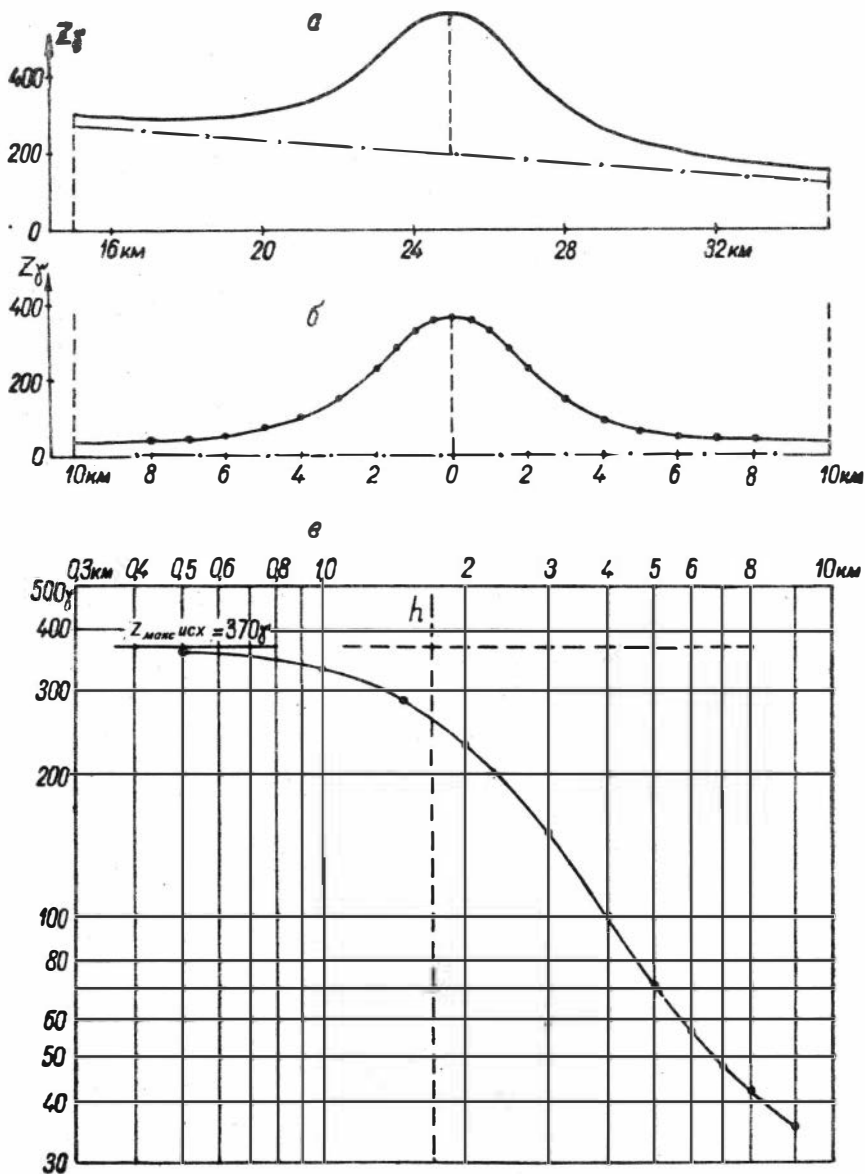
Заметим, что искомый уровень на графике, как правило, не является прямой линией, так как в условиях осложненного поля нулевой уровень даже в пределах локальной аномалии изменяется не по линейному закону.

По величинам напряжений относительно проведенного уровня строится график локальной аномалии, на котором рассматриваемый уровень совмещен с горизонтальной линией. Построенный график аномалии рассчитывается с помощью рассмотренных палеток.

10. ПРИМЕРЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПАЛЕТКАМИ

1. Примеры интерпретации аномалий, расположенных на фоне плавного изменения напряжений магнитного поля с применением палеток первого комплекта

Пример 1. Задав график наземной съемки Z вкрест аномалии большого простирания (рис. 4, а). По отсутствию минимумов заключаем, что тело распространено на зна-



Линии h и Z_{\max} нанесены по совмещенной кривой $n=0,94$ палетки 3.

Рис. 4. Объяснение см. в тексте.

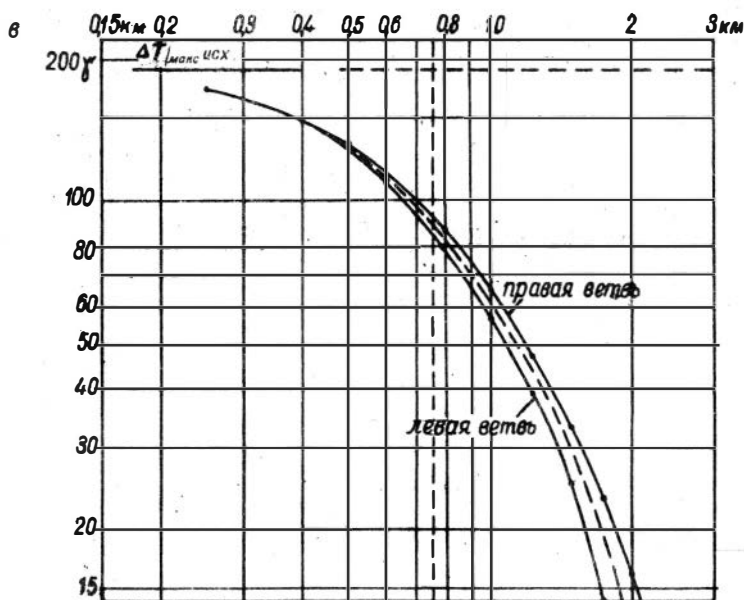
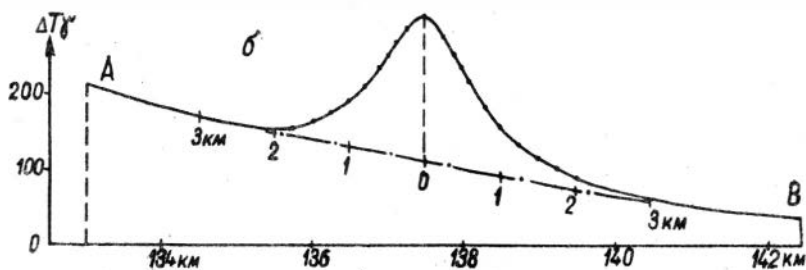
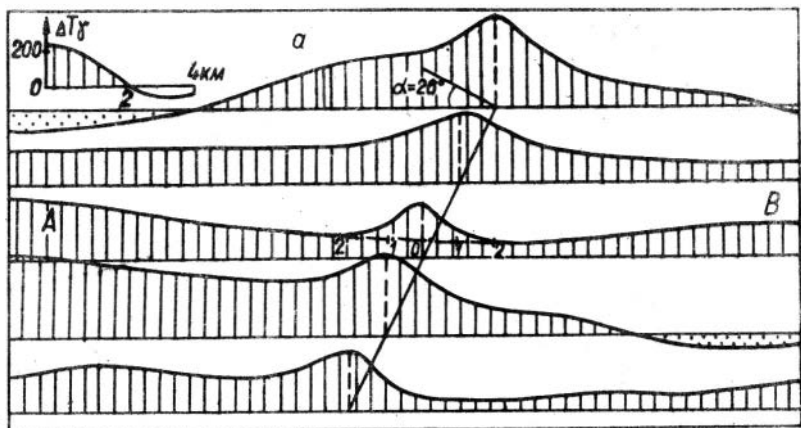
чительную глубину. Учитывая это, проводим в первом приближении нулевую линию рассчитываемой аномалии (наклонная штрих-пунктирная). Относительно этой линии строим новый график в этом же масштабе (см. рис. 4,5; обычно эта операция опускается, так как график вычерчивается сразу в логарифмическом масштабе). Полученный график наносим на логарифмический бланк с модулем 6,25 (модуль прилагаемых логарифмических палеток).

Делается это следующим образом. Абсцисса $Z_{\text{макс}}$ (см. рис. 4,5) приравнивается к нулю. Вправо и влево от нее откладываются расстояния в километрах в том же масштабе, что и на рис. 4,а. После этого на логарифмический бланк наносятся правая и левая ветви графика (см. рис. 4,в^{х/} - по оси абсцисс в километрах, по оси ординат в гаммах; обе ветви совпали).

Полученный график (на прозрачной кальке) интерпретируется палеткой следующим образом.

1) Совмещаем кривую графика с "ключевой" палеткой I (для вертикальных пластов бесконечного простиранья - так как аномалия по длине больше, чем по ширине в 2 и более раз, - и бесконечного погружения, ибо отсутствуют зоны минимумов кривой). При совмещении необходимо строго соблюдать параллельность осей интерпретируемого графика и палетки (обычно $Z_{\text{макс}} \text{исх}$ или $\Delta T_{\text{макс}} \text{исх}$ известны, поэтому на график наносятся их значения, и кривые совмещаются путем перемещения графика по направлению оси $Z_{\text{макс}}$, с соблюдением совмещения линии $Z_{\text{макс}}$ палетки с линией $Z_{\text{макс}} \text{исх}$ графика). При наложении графика на "ключевую" палетку обращаем внимание на совмещение верхних частей кривых (от $Z_{\text{макс}}$ примерно до $0,25 Z_{\text{макс}}$). Убеждаемся в наилучшем совмещении кривой графика с кривой "ключевой" палетки, обозначенной № III (кривая $n=1,0$ прилагаемой палетки № 3 первого комплекта).

^{х/} Здесь и на последующих рисунках логарифмическая сетка не уменьшена - модуль ее равен 6,25 см.



Линии h и $Z_{\text{макс}}$ нанесены по совмещенной кривой $n-1,07$ палетки 1

Рис. 5.

2) С выбранной палеткой № 3 совмещаем интерпретируемый график. Хорошее совмещение его на протяжении всей кривой получается с кривой $n = 0,94$ палетки.

Теперь остается снять с палетки искомые данные.

а) По пересечению линии h палетки с кривой совмещенного графика определяем глубину залегания верхней кромки пласта $h = 1,7$ км.

б) Параметр примененной палетки позволяет аппроксимировать намагниченное тело вертикальным пластом бесконечного простираения и погружения, с мощностью, равной $2b = 2h = 2 \cdot 1,7 = 3,4$ км.

в) По параметру кривой $n = 0,94$ палетки и значению $Z_{\text{макс}} \text{исх} = 370 \gamma$, снятому с интерпретируемого графика, определяем $Z_{\text{макс}} = 350 \gamma$ и $J = 110 \cdot 10^{-5}$ СГС ($Z_{\text{макс}}$ снимается с номограммы как абсцисса точки пересечения линии с ординатой, равной 370γ и с наклонной линией $n = 0,94$; J определяется по нижней части номограммы как ордината точки пересечения линии с абсциссой $Z_{\text{макс}} = 350 \gamma$ и наклонной прямой).

Пример 2. Задач участок карты графиков аэромагнитной съемки ΔT с аномалией последнего порядка (рис. 5,а).

Для расчета выбираем профиль AB , на котором наблюдается наиболее спокойное поле, вызванное глубоко залегающими возмущающими массами, на фоне которого четко выделяется аномалия последнего порядка.

Локальную аномалию профиля AB находим на магнитограмме и на ней проводим нулевую линию (см. рис. 5,б). При этом учитываются характер и морфология аномалии на карте (приблизительные расчеты могут быть произведены и непосредственно по графику карты). Относительно этой линии строим обе ветви графика аномалии на логарифмическом бланке (см. рис. 5,в). Расхождение ветвей незначительно — интерпретируем кривую, построенную по средним их значениям.

С помощью "ключевой" палетки № 1 (аномалия значительного простираения и без минимумов) выбираем

палетку № 1. Убеждаемся в совпадении графика с кривой $n = 1,07$ палетки и находим:

1) глубину верхней кромки (от уровня моря)

$$H = h \cdot \cos \alpha - r - R = 760 \cdot 0,899 - 30 - 100 = 550 \text{ м,}$$

где $h = 760 \text{ м}$ — глубина, определенная по палетке;

$\alpha = 26^\circ$ — угол отклонения профиля AB от направления, перпендикулярного простиранию тела;

$r = 30 \text{ м}$ — высотная отметка от уровня моря;

$R = 100 \text{ м}$ — высота полета;

2) параметр примененной палетки позволяет объяснить источник аномалии — намагниченный вертикальный пласт бесконечного простирания и погружения, мощностью порядка $2b = 0,2h \cdot \cos \alpha = 130 \text{ м}$ или меньшей (при $2b < h$);

3) по параметру кривой $n = 1,07$ палетки и значению $Z_{\text{макс.исх}} = 190 \gamma$ интерпретируемого графика определяем $Z_{\text{макс}} = 210 \gamma$ и $J = 550 \cdot 10^{-5} \text{ СГС}$ (для $2b = 0,2h$).

Пример 3. Заданы симметричный график Z вкрест аномалии большого простирания и на фоне ее — локальная аномалия (рис. 6,а). Аномалии эти будем интерпретировать раздельно.

А. На основе анализа основного графика (I-I) и ряда соседних с ним профилей убеждаемся в наличии слабой зоны минимума по периферии аномалии. С учетом этого проводим на графике предполагаемую нулевую линию, относительно которой строим график в логарифмическом масштабе (см. рис. 6,б).

С помощью "ключевой" палетки № II выбираем палетку 19. Кривая рис. 6,б совмещается с кривой палетки, расположенной между кривыми $n = 1,0$ и $n = 1,2$, т. е. примерно с $n = 1,1$.

Находим:

1) глубину залегания верхней кромки $h = 140 \text{ м}$;

2) параметр примененной палетки, позволяющий аппроксимировать намагниченное тело вертикальным пластом бесконечного простирания и ограниченным на глубину с мощностью $2b = 2h = 2 \cdot 140 = 280 \text{ м}$ и глубиной залегания нижней кромки $h_2 = h_1 + 3h = 560 \text{ м}$;

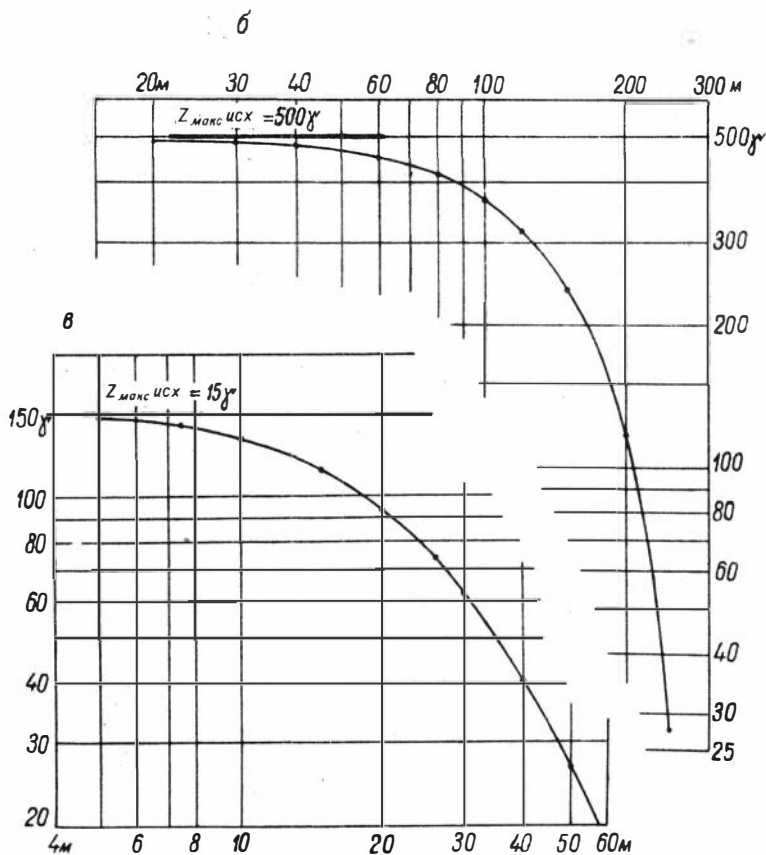
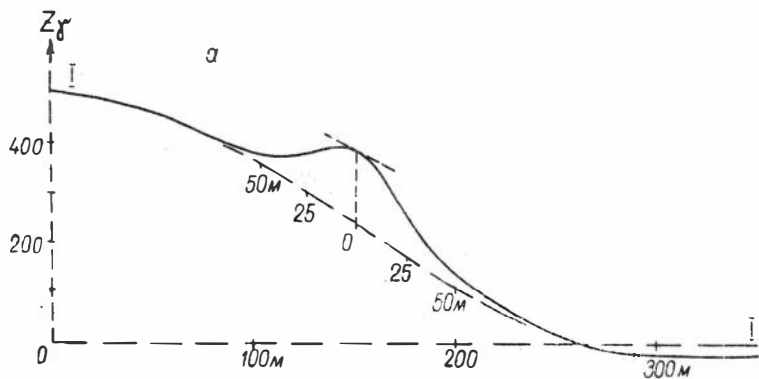


Рис. 6

По найденному параметру совмещенной кривой $n = 1,1$ палетки и значению $Z_{\text{макс исх.}} = 500$ определяем $Z_{\text{макс}} = 550$ и $J = 250 \cdot 10^{-5}$ сгс.

Б. Локальная аномалия (см. рис. 6,а) в плане изометрична; профиль пересекает ее эпицентральной частью. По всем секущим ее профилям не обнаружены зоны минимумов, что может указывать на значительную протяженность намагниченного тела на глубину.

Учитывая сообщенные данные, выбираем "ключевую" палетку № III и с ее помощью - палетку 35.

Кривая локальной аномалии хорошо совпадает с кривой $n = 1,0$ палетки 35. Отсюда находим глубину залегания верхней кромки маломощного штока значительного погружения $h = 34$ м и $Z_{\text{макс}} = 150 \gamma$

Пример 4. Дан график изометрической аномалии с четко выраженными минимумами (рис. 7,а; профиль сечет эпицентральной ее часть).

Наносим нулевой уровень и строим кривые на логарифмическом бланке (обе ветви совпали; см. рис. 7,б). Берем "ключевую" палетку № IY для тел, ограниченных по простиранию и вертикали. Путем наложения убеждаемся в том, что кривые палетки 43 для шара (нанесенные на "ключевую" № IY) близки к совпадению с интерпретируемой кривой.

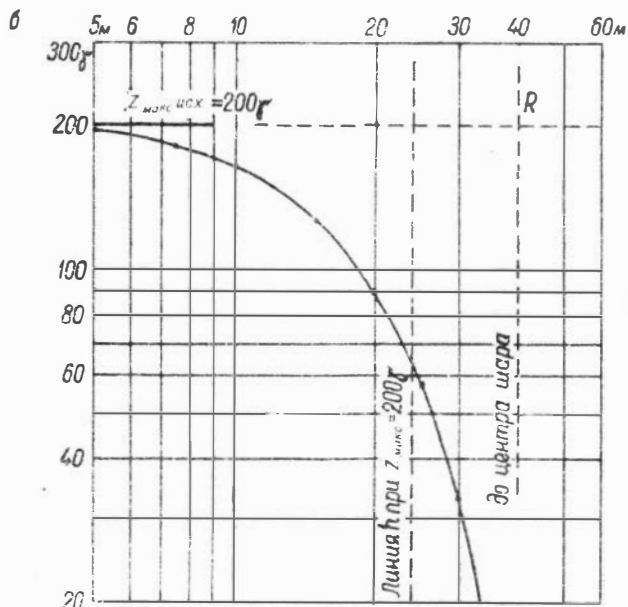
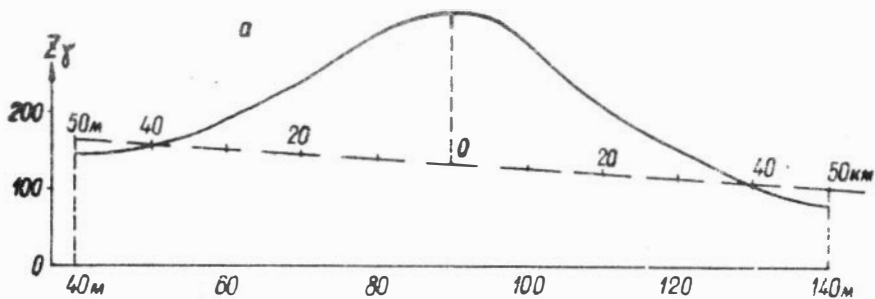
Наложив кривую на палетку 43 (см. рис. 7,б), обнаруживаем хорошее совпадение с кривой $n = 1,1$ (между нанесенными кривыми $n = 1,0$ и $n = 1,2$) палетки и определяем искомые:

1) по $Z_{\text{макс исх.}} = 190 \gamma$ находим $Z_{\text{макс}} = 200 \gamma$;

2) с учетом $Z_{\text{макс}} = 200 \gamma$ - примерную глубину

залегания верхней кромки (наиболее приподнятого участка сферы) $h = 24$ м;

3) по положению на графике линии R палетки - глубину залегания центра шара $R = 40$ м, а отсюда и нижней кромки сферы, равной 56 м.



Линии R и R нанесены по совмещенной кривой $n=1,1$ полетки 34

Рис. 7.

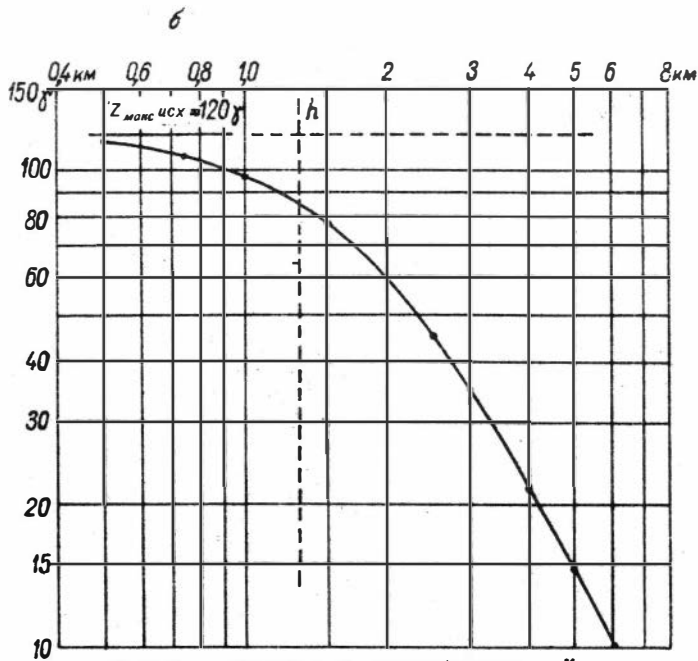
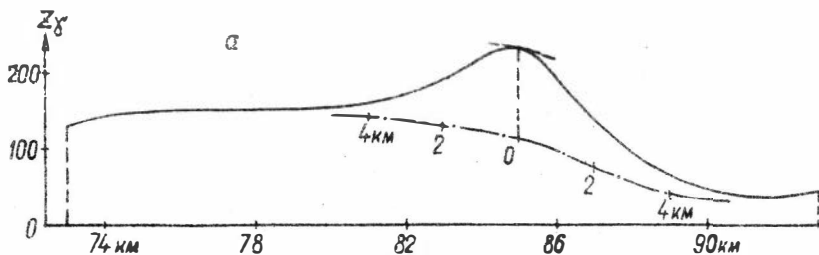
2. Примеры интерпретации аномалий, расположенных на участках относительно сложных полей с применением палеток второго комплекта

Пример 5. Дан график наземной съемки Z вкрест аномалии последнего порядка большого простираения, расположенной на фоне осложненного поля (рис. 8,а). На рис. 8,б изображен тот же график в логарифмическом масштабе (по средним значениям правой и левой ветвей). Как видим на рис. 8,а, уровень нулевого поля локальной аномалии можно провести с большой погрешностью и с различным характером изгиба его. Следовательно, здесь нужно применить второй комплект палеток. Зоны минимумов не отмечаются. Поэтому используем "ключевую" палетку № I. С ее помощью выбираем палетку № 3а (аналог палетки № 3 для сложного поля). Осуществив совмещение обычными приемами, убеждаемся в совпадении интерпретируемого графика с кривой $n = 0,9$ палетки № 3 а (для контроля полезно также произвести совмещение с палеткой № 3) и снимаем:

- 1) глубину залегания верхней кромки $h = 1,3$ км;
- 2) мощность вертикального пласта значительного простираения и погружения, равную $2b = 2h = 2 \cdot 1,3 = 2,6$ км;
- 3) $Z_{\text{макс}} = 110\gamma$ и $J = 35 \cdot 10^{-5}$ СГС.

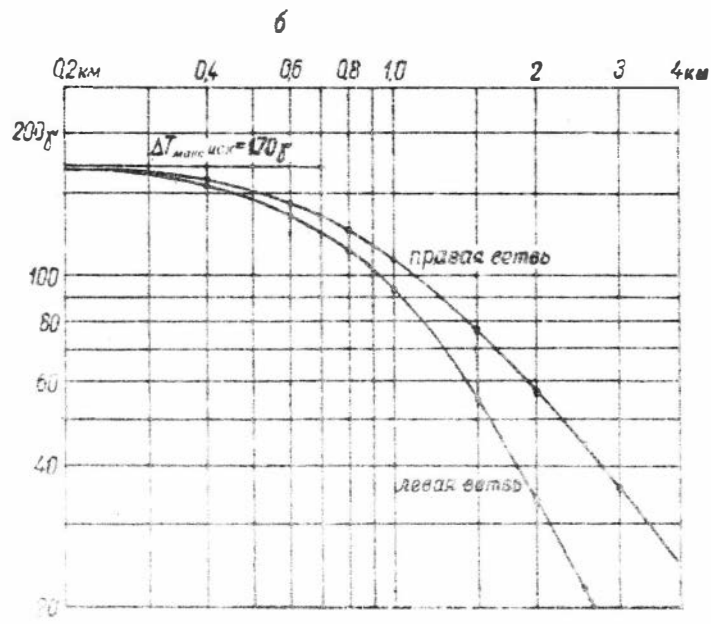
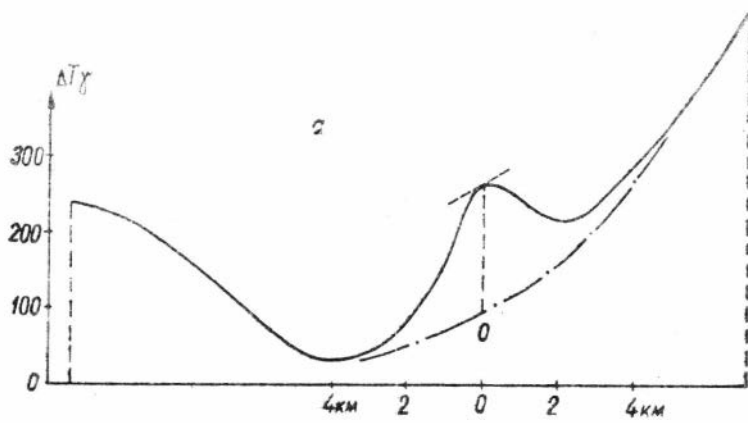
Пример 6. Дан график ΔT вкрест аномалии последнего порядка большого простираения в условиях осложненного поля (рис. 9,а). По данным анализа характера аномалий (см. рис. 9,а) и по соседним профилям предполагаем наличие минимумов, но нулевой уровень проводим заведомо ниже, без выделения зон минимумов, путем асимптотического приближения значений ΔT к нулю (см. рис. 9,а), т. е. таким же образом, как нанесли нулевые уровни на графиках моделей тел, ограниченных на глубину в условиях сложных полей, при построении палеток комплекта 2.

Относительно проведенного уровня, как обычно, строим график в логарифмическом масштабе (см. рис. 9,б).



Линия h нанесена по совмещенной кривой $n=0,9$ палетки Z_α

Рис. 8.



Воспользуемся "ключевой" палеткой № 11а для пластов бесконечного простирания и ограниченных на глубину. Лучшие результаты совмещений получены с кривой 10а (палетка № 10а). Ветви интерпретируемой кривой имеют удовлетворительное совпадение с кривыми палетки: правая - с $n = 0,8$, левая - с $n = 1,0$. Раздельно интерпретируем по двум ветвям кривых и получаем одни и те же результаты:

1) глубину верхней кромки от дневной поверхности

$$H = h \cdot \cos \alpha - R = 1500 - 200 = 1300 \text{ м,}$$

где $h = 1500$ м определена по палетке 10а;

$$\alpha = 0;$$

$R = 200$ м - высота полета;

2) параметр примененной палетки, позволяющий аппроксимировать намагниченное тело вертикальным пластом бесконечного простирания, мощностью $2b = 0,2h = 300$ м и с глубиной залегания нижней кромки $h_1 = h + 0,5h - R = 2050$ м.

Как обычно, по $n = 1,0$ находим $\Delta T_{\text{макс}} = 170 \gamma$ и $J = 1500 \cdot 10^{-5}$ СГС.

Примечание: Во второй комплект палеток включено меньшее число палеток (29 шт.; в первом комплекте их 46 шт.). Поэтому, если надо использовать недостающие палетки, то можно воспользоваться соответствующими номерами палеток первого комплекта.

У. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ РАЗРЕЗА (Омский участок)

На рис. 10 изображена поверхность складчатого фундамента по данным магнитометрии, совмещенная с геологическим разрезом по данным сейсморазведки и бурения.

Линия кровли складчатого фундамента проведена по минимальным глубинам залегания магнитных пород, рассчитанным по магнитограммам ΔT с применением палеток.

Как видно из демонстрируемого совмещения поверхностей складчатого фундамента, обеспечивается достаточно удовлетворительное определение глубин и вы-

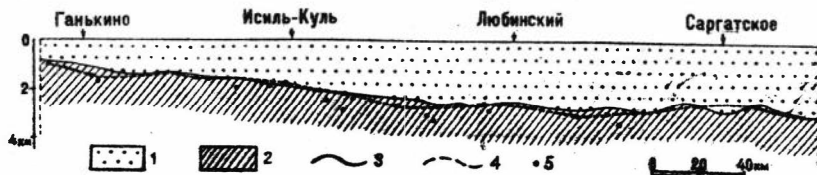


Рис. 10. Схематический геологический разрез Омского участка.

1 - покровные отложения; 2 - образования складчатого фундамента доюрского возраста; 3 - подошва платформенных отложений (кровля складчатого фундамента), по данным сейсморазведки и отдельных буровых скважин; 4, 5 - кровля складчатого фундамента и глубины магнитных пород по данным магнитометрии.

деление по магнитометрическим данным форм рельефа (структур) первого порядка и в благоприятных случаях (наличие поддающихся расчетам локальных аномалий) - структур второго порядка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение рассмотренных палеток повышает точность определения глубин залегания магнитных образований и расширяет диапазон поддающихся расчетам аномалий.

Сопоставление рассчитанных глубин залегания поверхности магнитных образований с данными бурения и сейсморазведки на значительных территориях Западно-Сибирской низменности позволяет считать, что глубины определяются описанным методом с применением палеток, с точностью до 10-15, реже - 20%.

Палетки просты в обращении. При известном навыке производительность расчетов составляет в среднем 20-30, до 50 аномалий за 7-часовой рабочий день.

Недостатком является большое число палеток, а отсюда некоторая трудность выбора соответствующей палетки, хотя выбор, как указывалось, облегчается применением "ключевых" палеток. При известном опыте эта трудность легко преодолима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б у г а й л о В. А. Опыт интерпретации магнитных и гравитационных аномалий на Урале логарифмическими палетками. Сб. Вопросы разведочной геофизики, вып. 1. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1960.
2. И в а н о в Н. А. Интерпретация аномалий по отношению к виду кривой. Теория и практика интерпретации геофизических аномалий. Свердловский горный ин-т, вып. ХУ, М., Госгеолиздат, 1951.
3. Л о г а ч е в А. А. Методическое руководство по аэромагнитной съемке. ВСЕГЕИ. Госгеолиздат, 1956.
4. П р о в о д н и к о в Л. Я. К вопросу методики интерпретации данных магнетометрии, гравиметрии и опыт геокартирования и определения глубин залегания поверхности возмущающих тел. Тр. ГГИ ЗСФАН СССР, вып. 18, 1956.
5. П р о в о д н и к о в Л. Я. Элементы строения фундамента южной части Западно-Сибирской низменности по геофизическим данным. Тр. ГГИ ЗСФАН СССР, вып. 15, 1956.
6. П р о в о д н и к о в Л. Я. Схема структурных элементов, вещественного состава и рельефа фундамента Западно-Сибирской низменности по геофизическим данным. Изв. вост. фил. АН СССР, № 6, 1957.
7. П р о в о д н и к о в Л. Я. Определение глубины залегания возмущающих тел по узколокальным аномалиям. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 6, 1957.

8. П р о в о д н и к о в Л. Я. Определение глубин залегания намагниченных тел с учетом ошибки за выбор нормального поля. Сб. Вопросы разведочной геофизики, вып. 1. Новосибирск. Изд-во СО АН СССР, 1960.
 9. П р о в о д н и к о в Л. Я. К вопросу определения глубины залегания верхней части поперности намагниченных тел вида шара и горизонтального цилиндра. Сб. Вопросы геофизики, вып. 1. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1960.
 10. П р о в о д н и к о в Л. Я. Рельеф складчатого фундамента Западно-Сибирской низменности. Геология и геофизика, 1960, № 11.
 11. Т а ф е е в Ю. П. Палетки для определения элементов залегания крутопадающих пластов по магнитным аномалиям. Тр. ВИРГ, вып. 2, 1950.
 12. Т а ф е е в Ю. П. Палетка для определения элементов залегания простейших форм магнитных аномалий. Разведка недр, 1950, № 4.
 13. Т а ф е е в Ю. П. О расчетах магнитного поля ДТ Сб. ВИРГ, Геофиз. разведка рудн. месторожд. М., Госгеолиздат, 1953
-

ПЕРВЫЙ КОМПЛЕКТ ЛОГАРИФМИЧЕСКИХ ПАЛЕТОК

для определения элементов залегания намагниченных тел без ошибки за выбор уровня нормального поля при линейном характере его изменения

- № 1-9. Для вертикальных пластов бесконечного простираения и погружения (см. вспомогательную "ключевую" I).
- № 10-24. Для вертикальных пластов бесконечного простираения и ограниченных на глубину (см. "ключевую" II).
- № 25. Для горизонтальных круговых цилиндров (см. "ключевую" II).
- № 26-34. Для вертикальных пластов бесконечного погружения и ограниченных по простираению (см. "ключевую" III).
- № 35. Для маломощного вертикального штока значительного погружения - полюса (см. "ключевую" III).
- № 36-42. Для вертикальных пластов, ограниченных на глубину и по простираению (см. "ключевую" IУ).
- № 43. Для шаровидных тел (см. "ключевую" IУ).
- № 44-46. Для вертикальных диполей (см. "ключевую" IУ).
- I-IУ "Ключевые" палетки:

I - вертикальные пласты бесконечного простираения и погружения; II - вертикальные пласты бесконечного простираения и ограниченные на глубину; III - вертикаль-

ные пласты бесконечного погружения и ограниченные по простиранию; 1У – вертикальные пласты, ограниченные на глубину и по простиранию.

Условные обозначения

Мощность ($2b$) и размеры моделей по вертикали (Z) и по простиранию (L) даны в единицах глубины залегания верхней кромки (h);

$$n = \frac{Z_{\text{макс}}}{Z_{\text{макс исх}}}$$

где $Z_{\text{макс}}$ – истинная максимальная величина аномалии;

$Z_{\text{макс исх}}$ – максимальная величина аномалии (исходной), которую требуется уточнить;

J – эффективная величина интенсивности намагниченности.

На "ключевых" палетках цифра в кружке обозначает номер палетки, которую следует применить; этим же номером обозначена соответствующая прямая номограммы.

ВТОРОЙ КОМПЛЕКТ ЛОГАРИФМИЧЕСКИХ ПАЛЕТОК

для определения элементов залегания намагниченных тел без ошибки за выбор уровня нормального поля при сложном его изменении

Нумерация палеток здесь та же, что и в первом комплекте лишь с добавлением индекса "а" (всего 29 палеток).

Применимы здесь "ключевые" палетки I и III из первого комплекта палеток, а также дополнительно составленные IIа и IVа, построенные относительно сложных нулевых уровней, проведенных асимптотически к минимумах кривых.

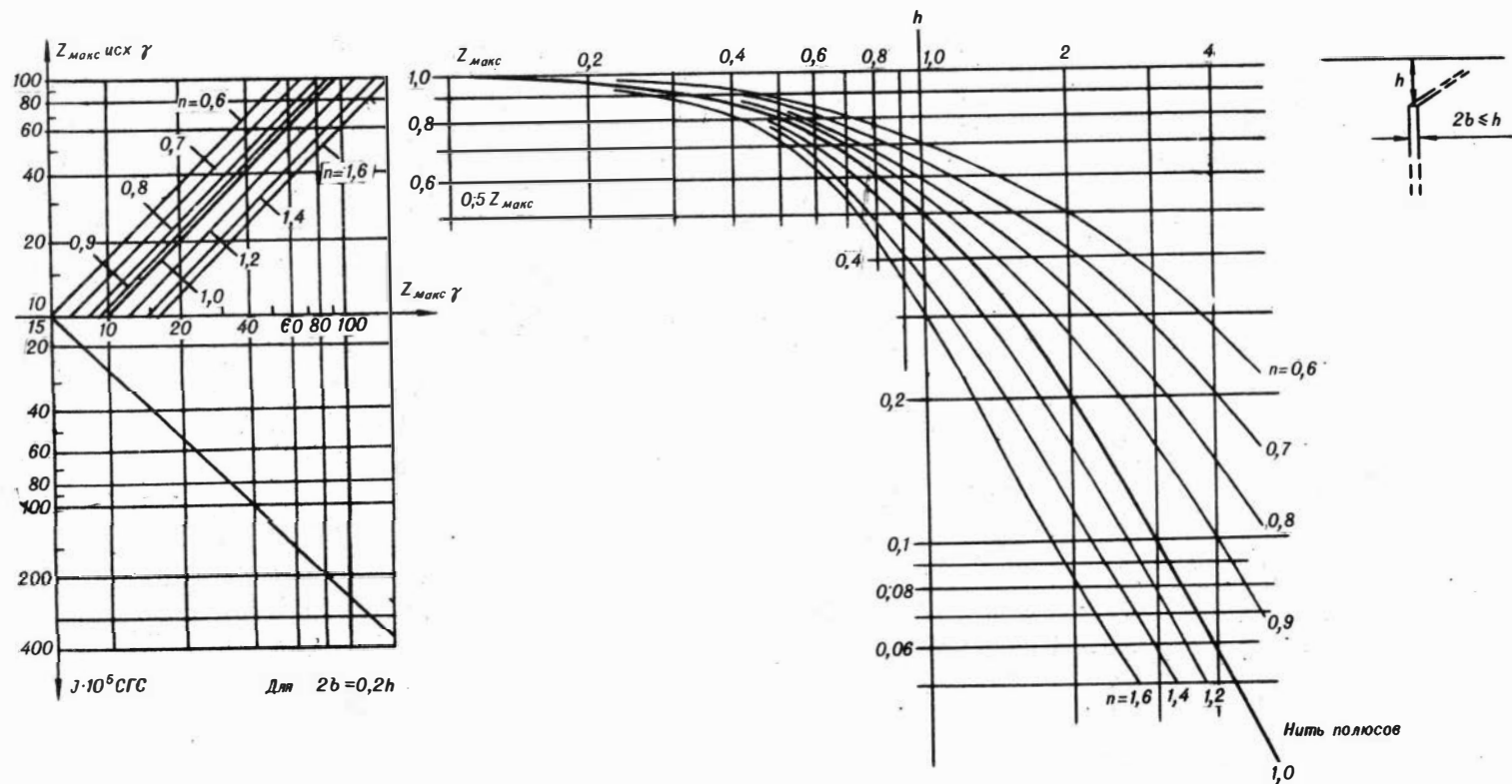
Условные обозначения те же, что и в первом комплекте.

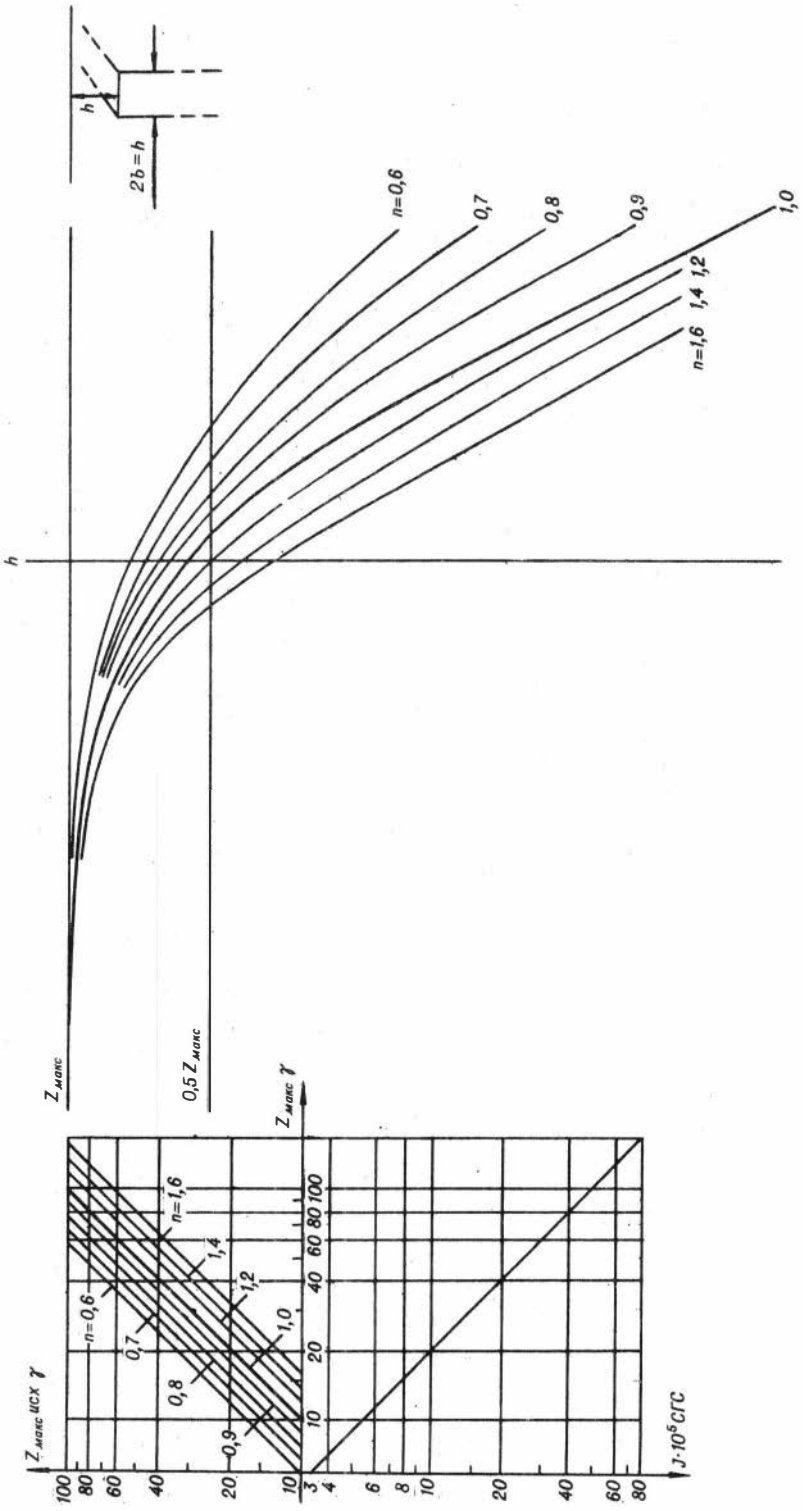
Дополнения к выходным сведениям:

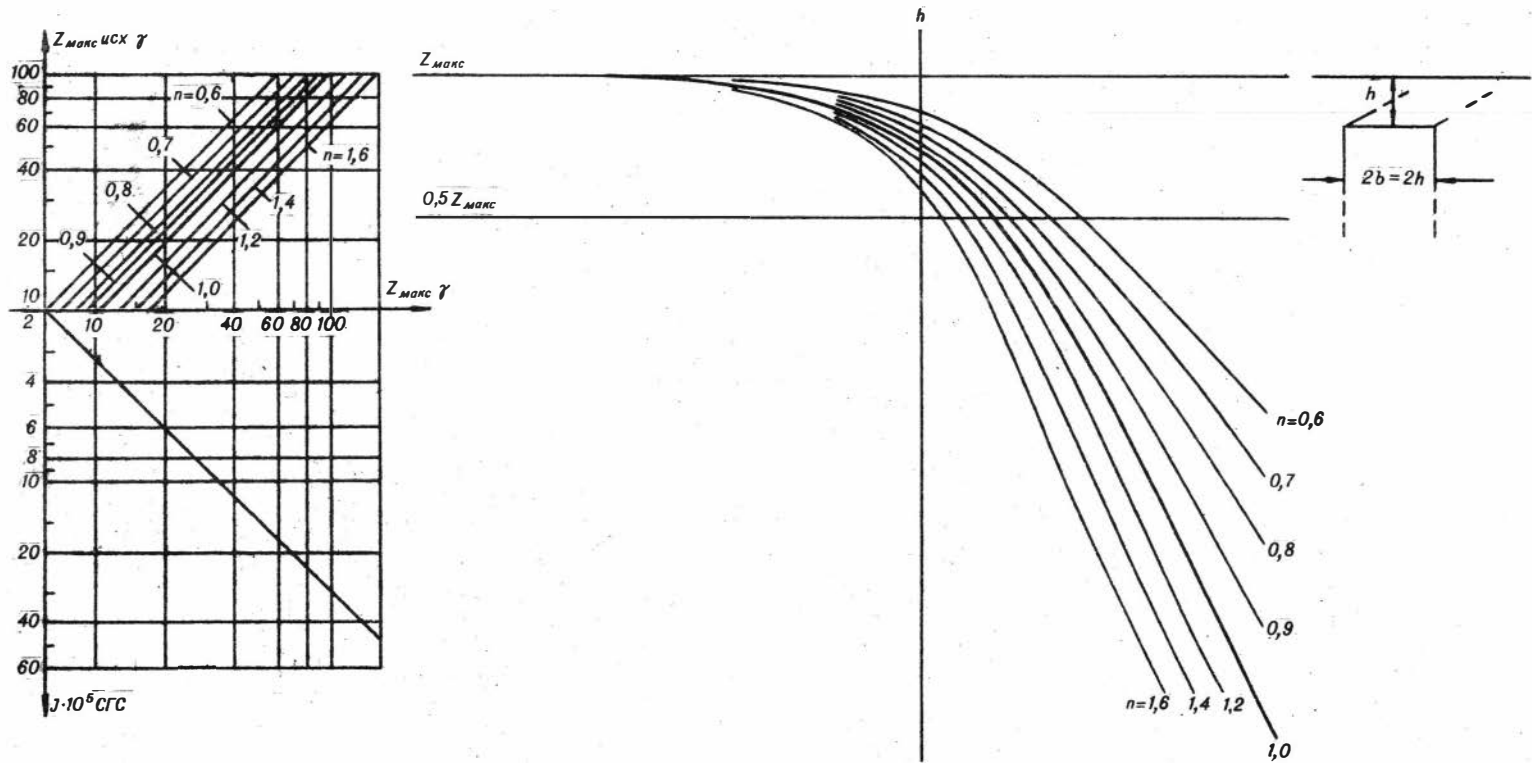
Приложения сданы в набор 17 марта 1963 г.
Подписаны в печать 30 мая 1963 г. МН 05718.
Бушета 70x108/16. 5,25 печ. л. = 7,2 усл. печ. л.,
7,3 уч.-изд. л. Тираж 1000.

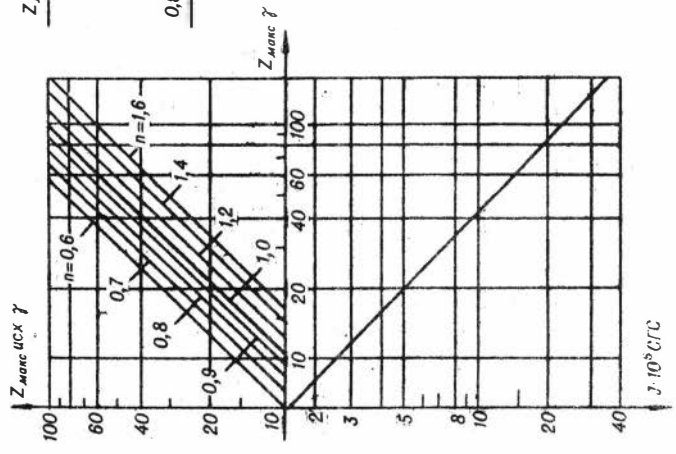
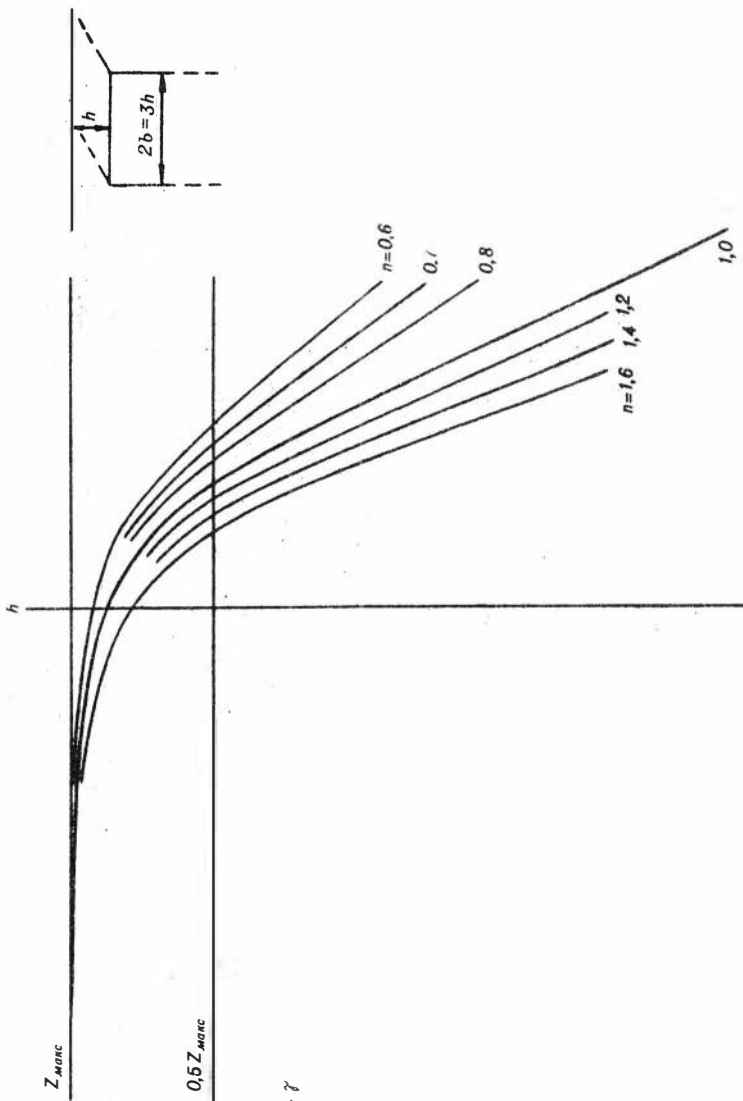
ПАЛЕТКИ С ИНДЕКСАМИ

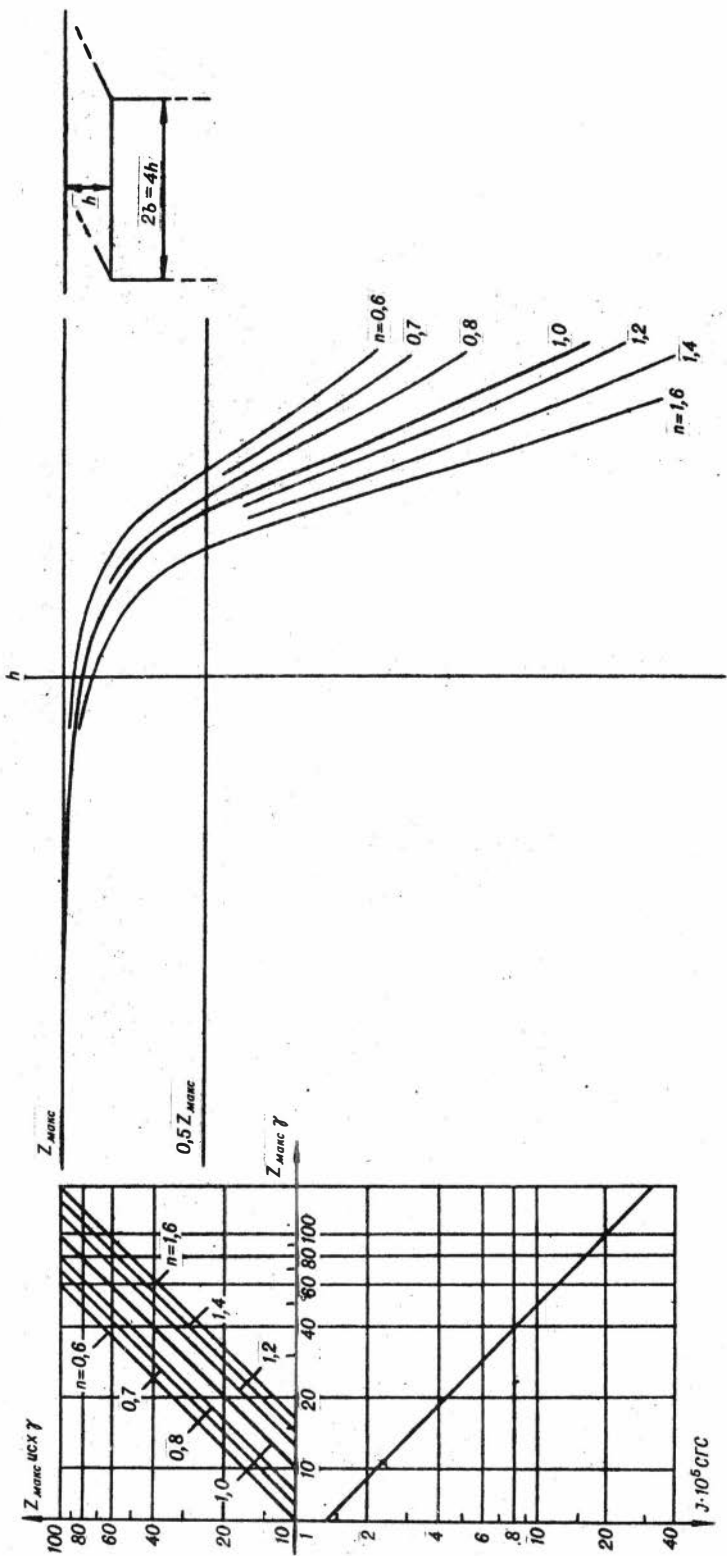
АН СССР
Институт геологии
и геофизики

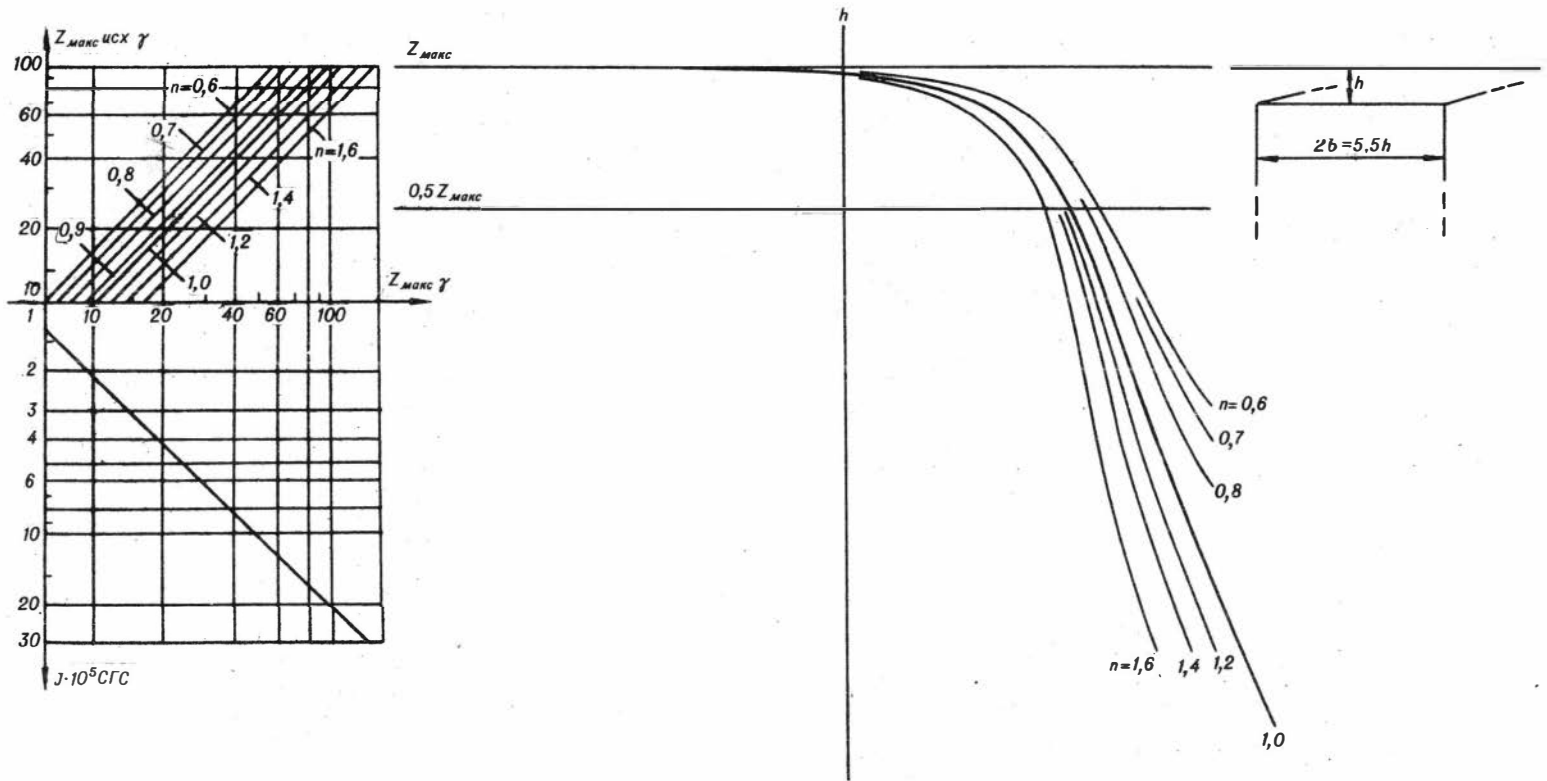


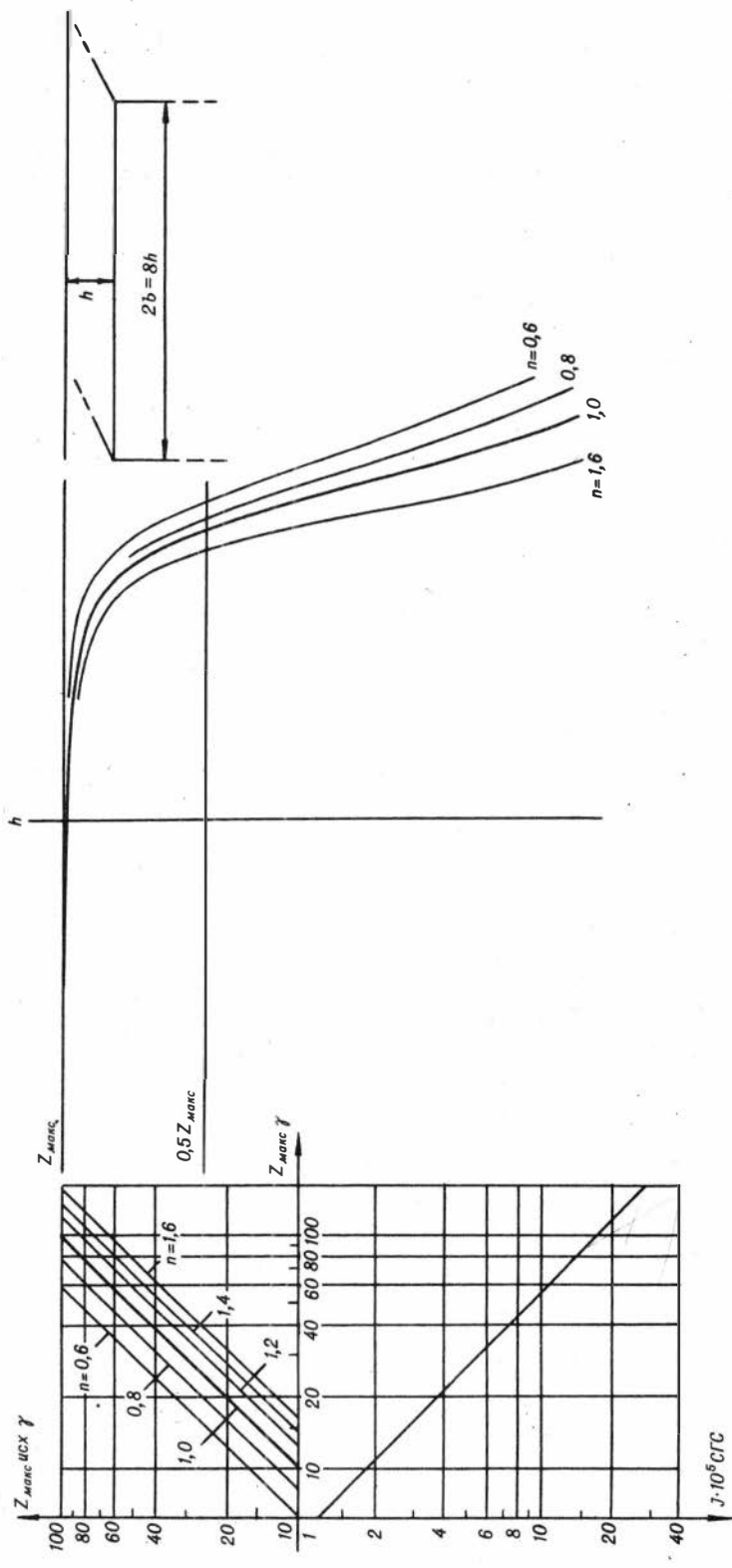


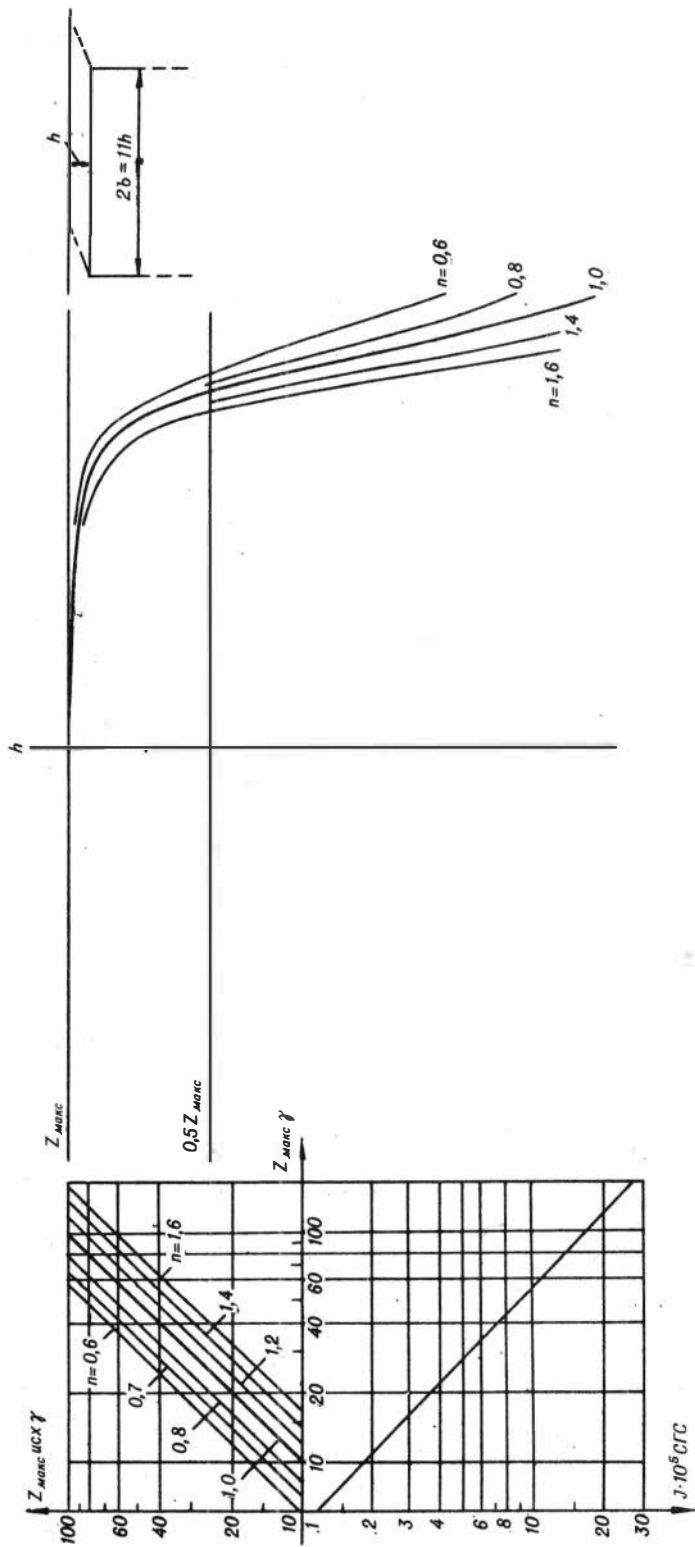


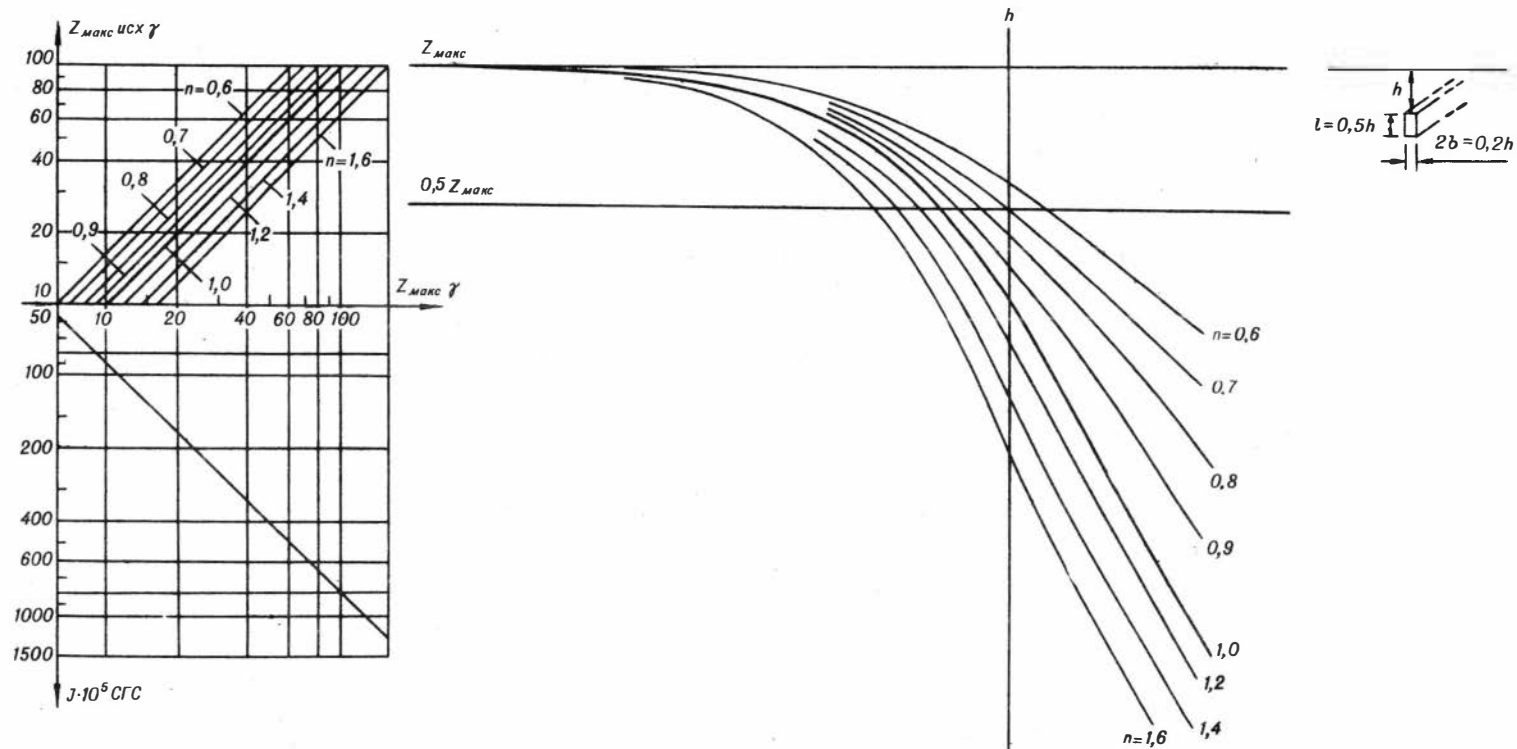




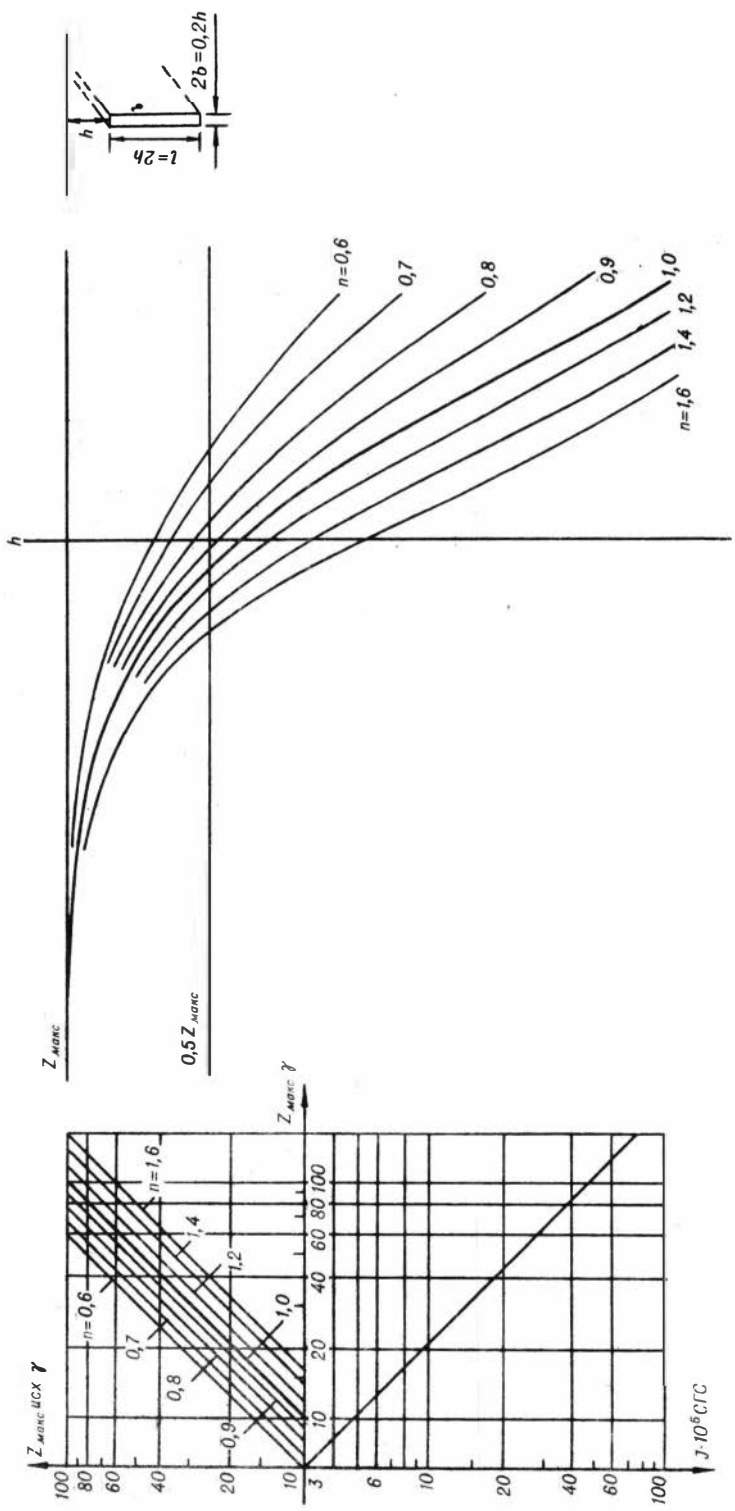


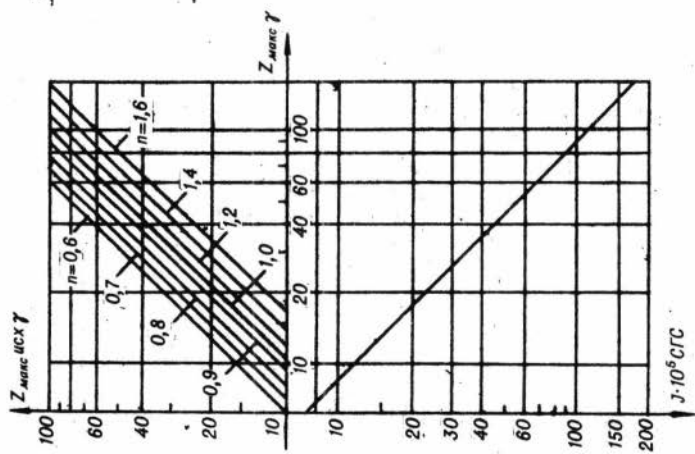
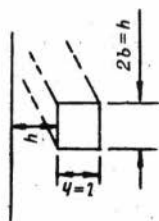
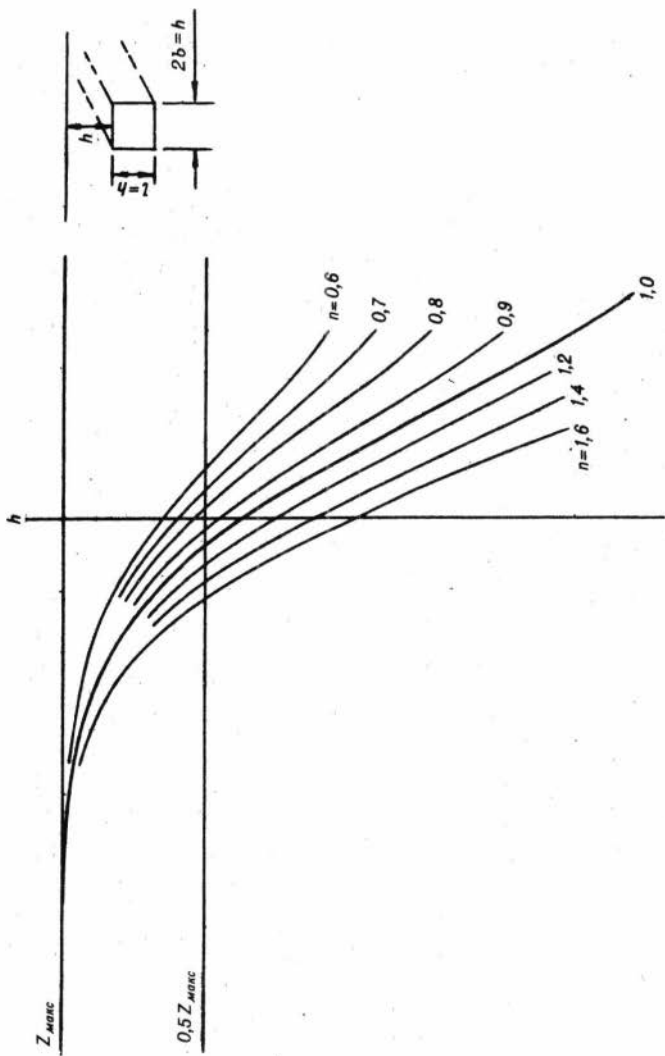


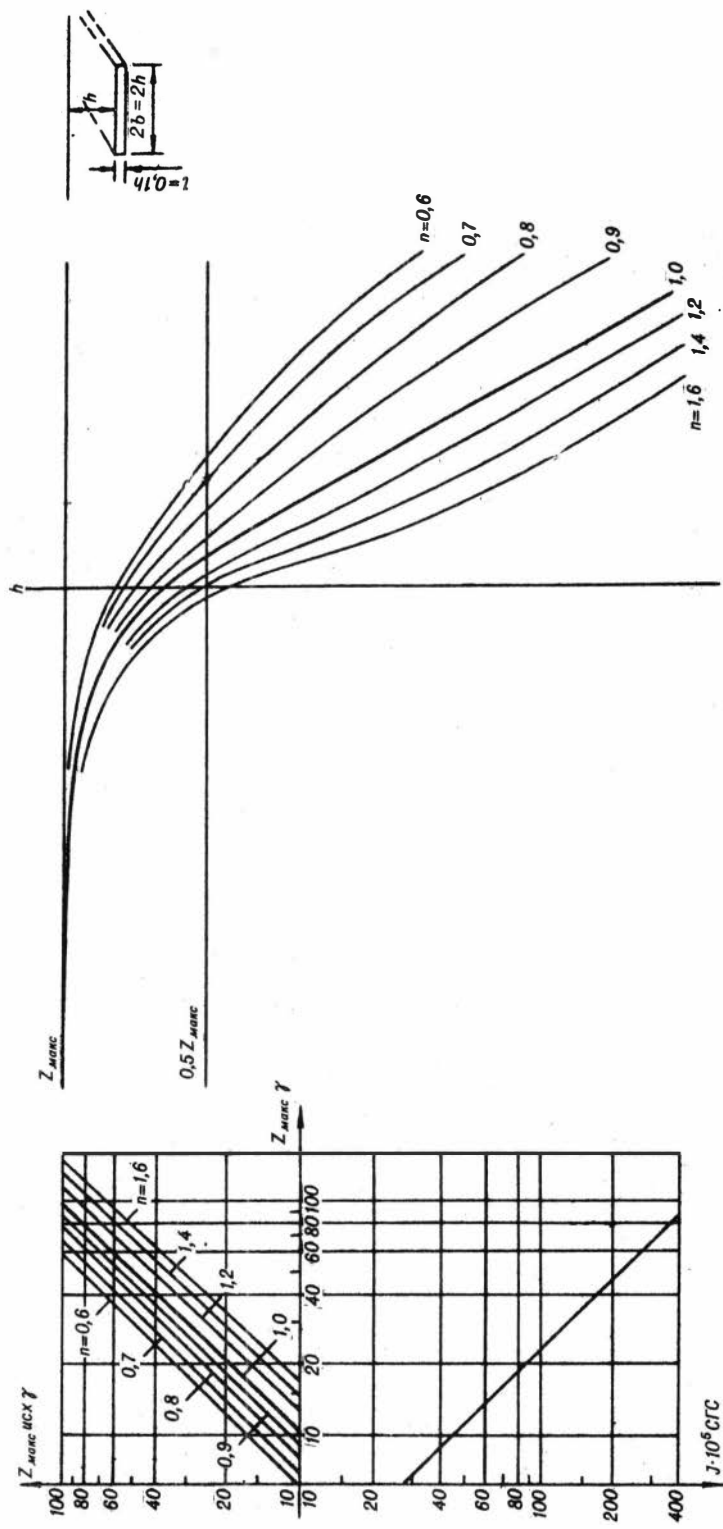


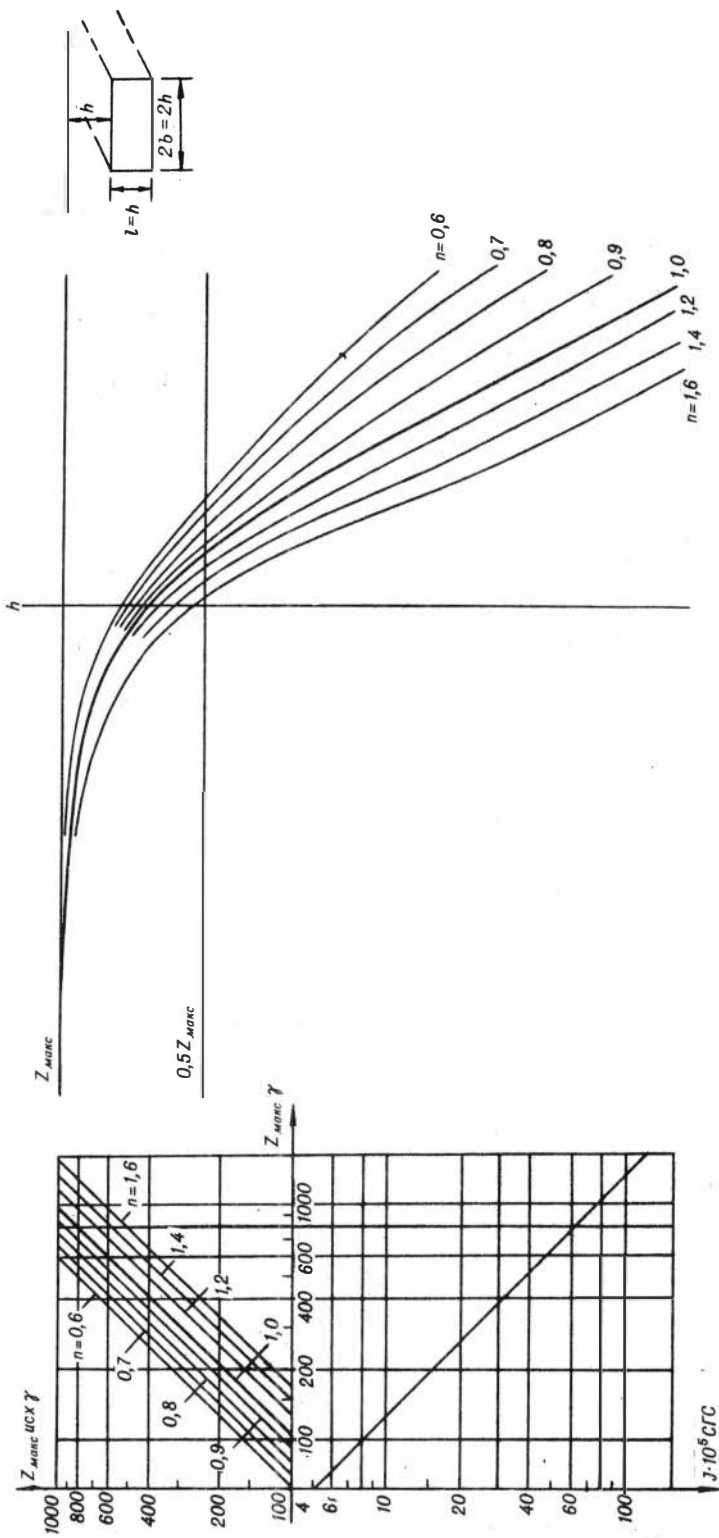


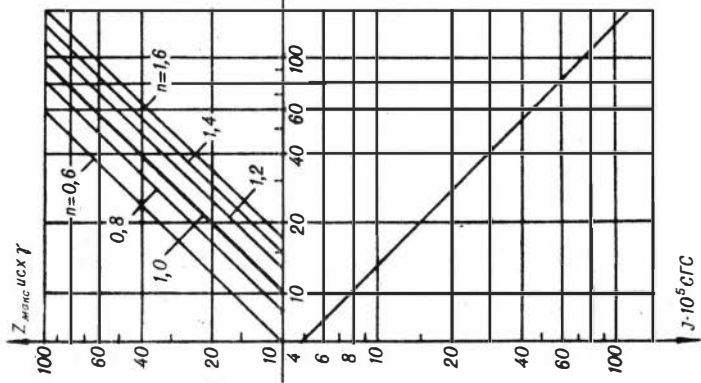
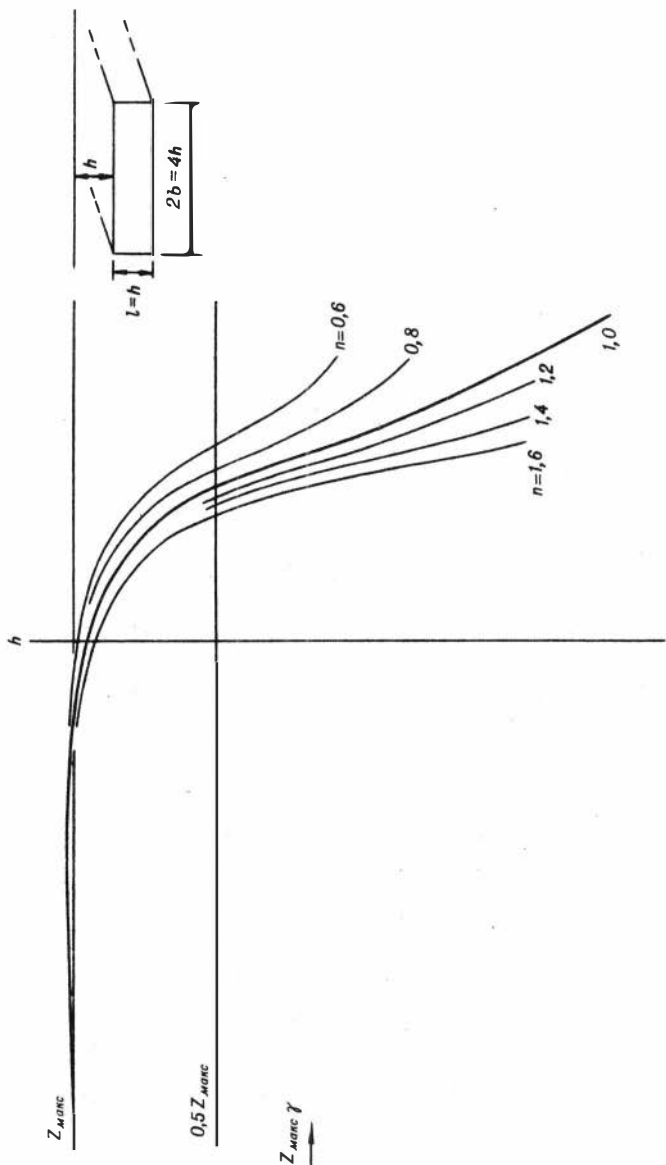
11a



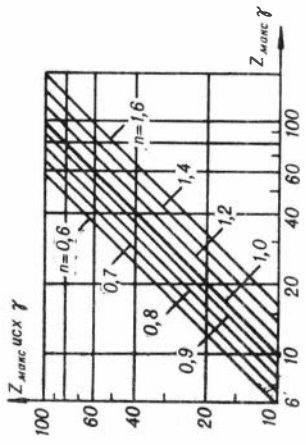
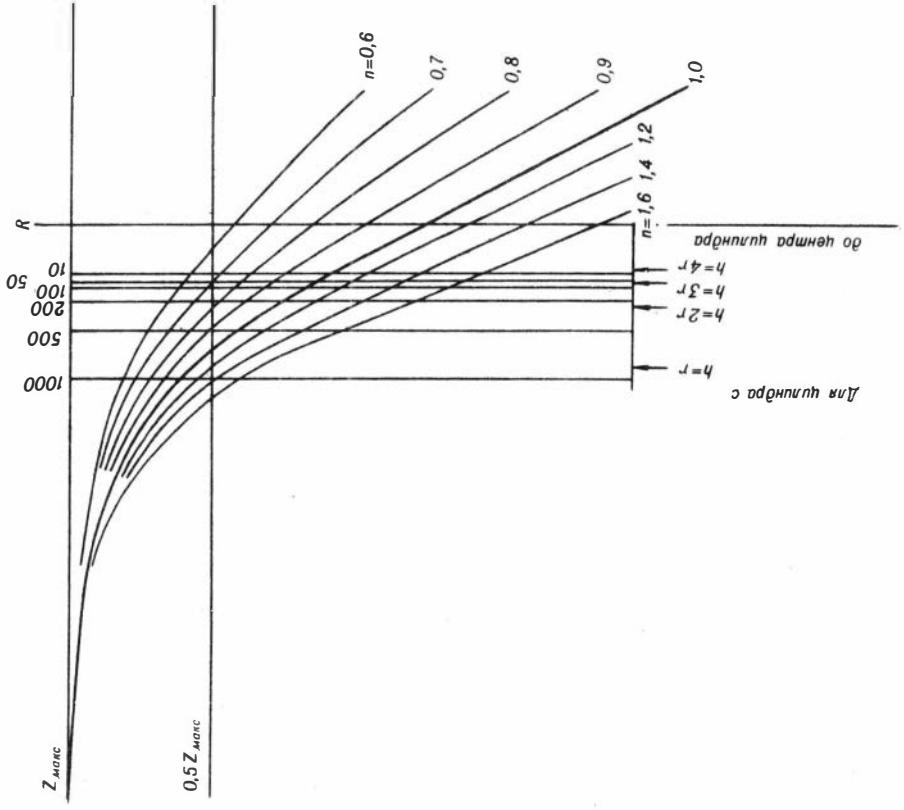




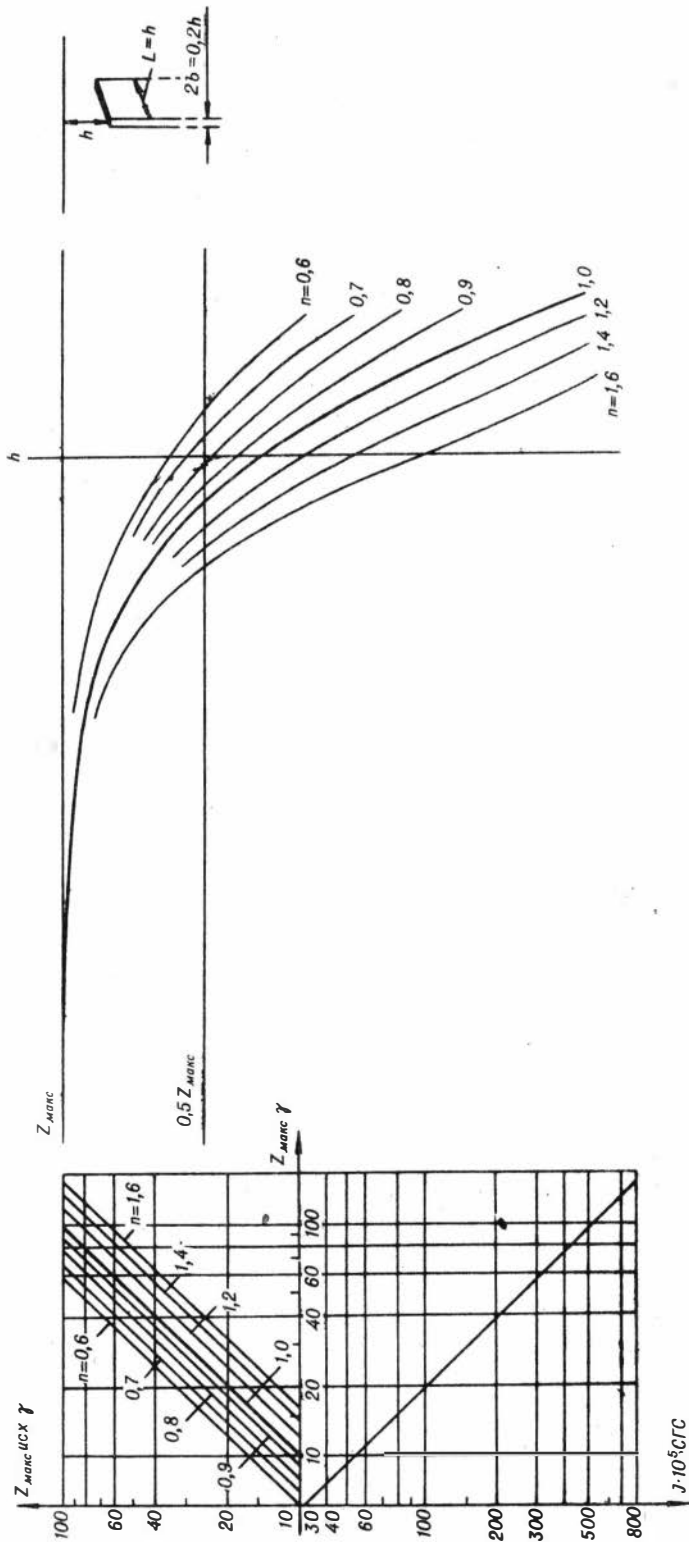


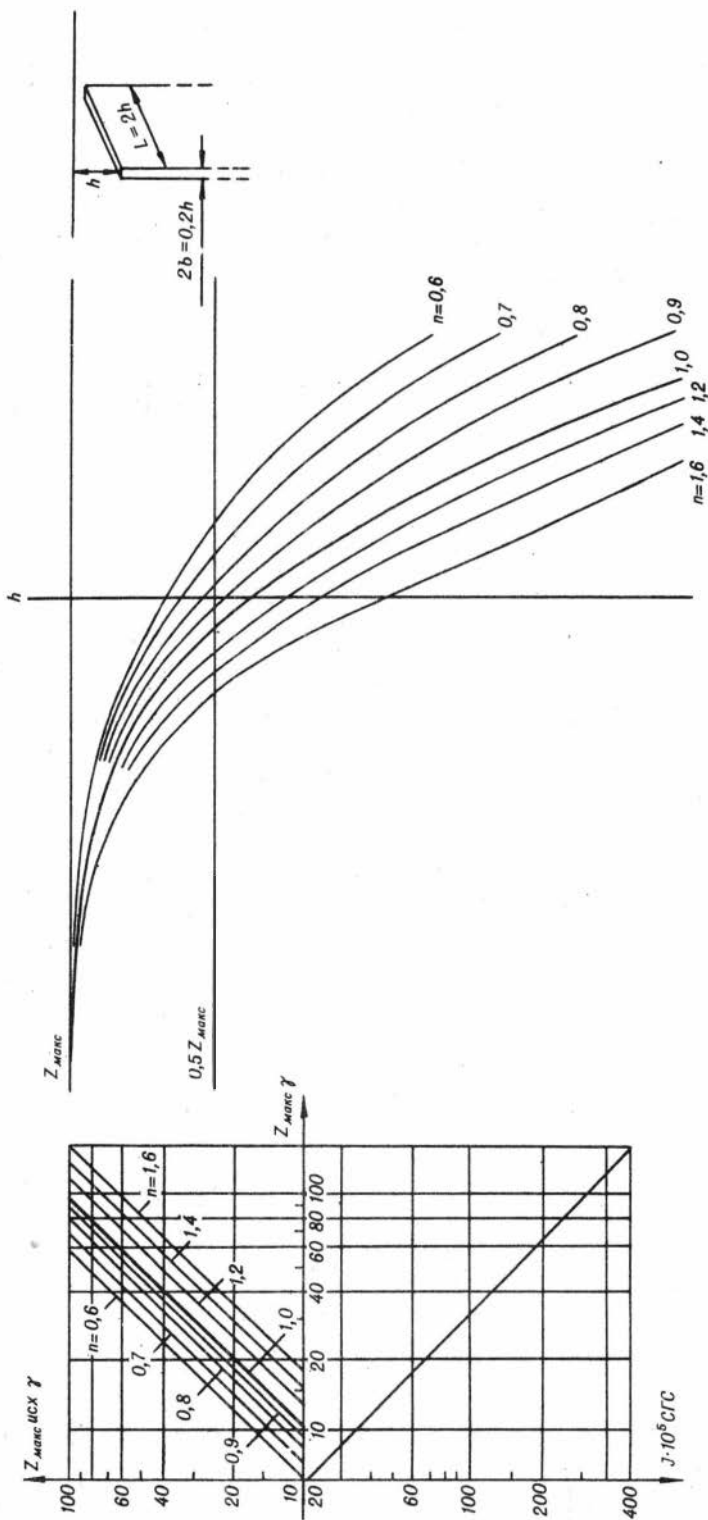


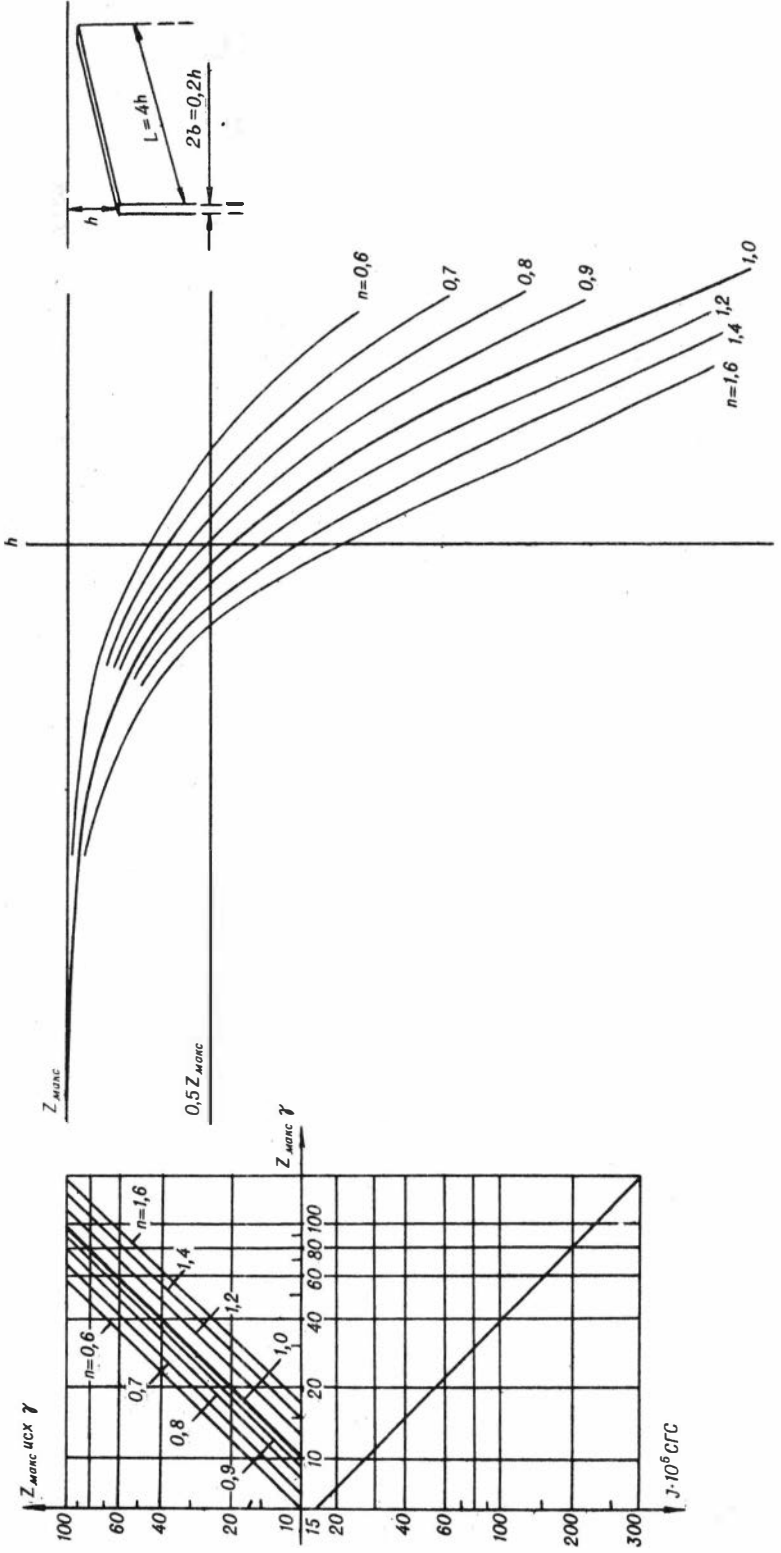
Линии h при $Z_{\text{макс}}$ (в γ) равном:

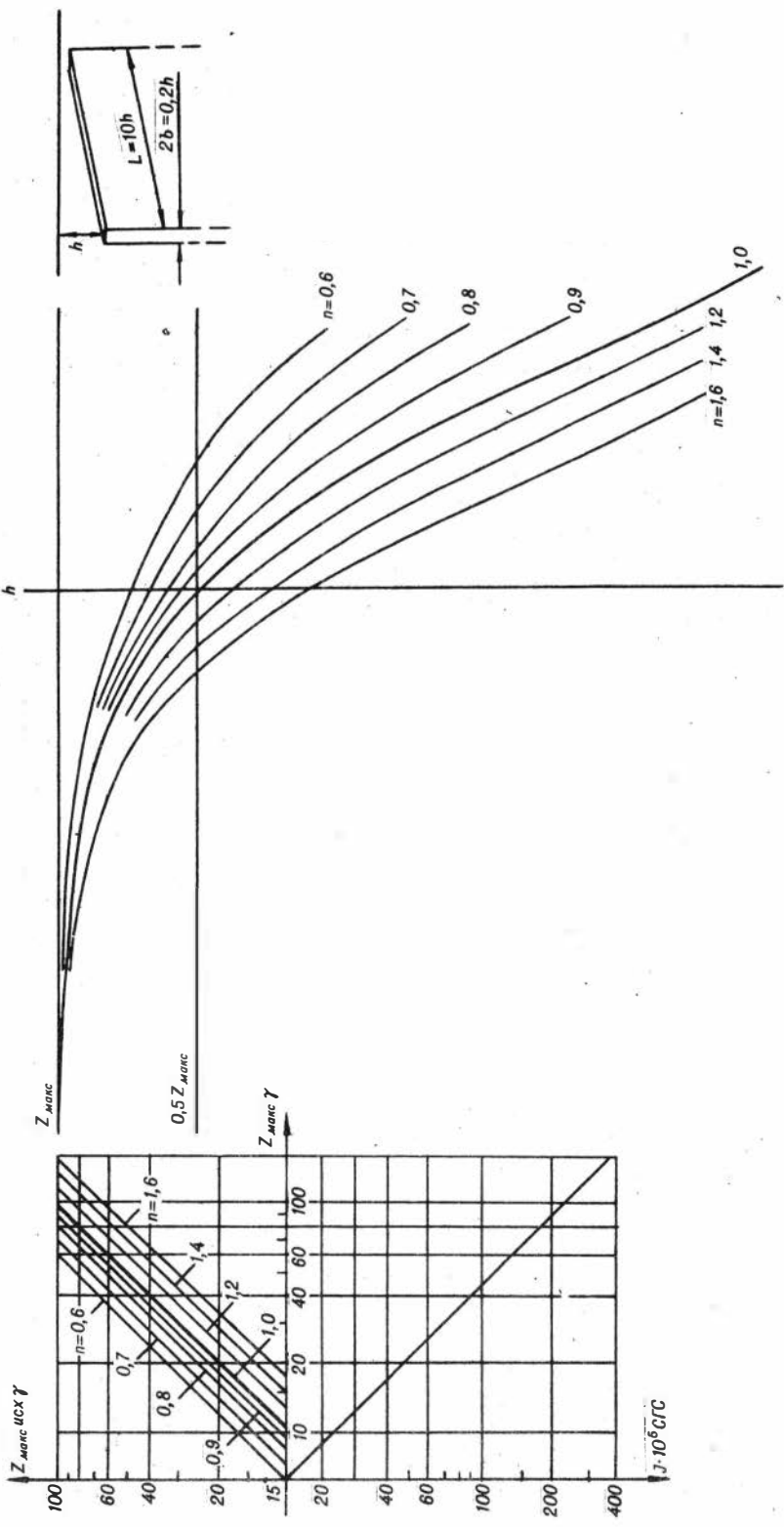


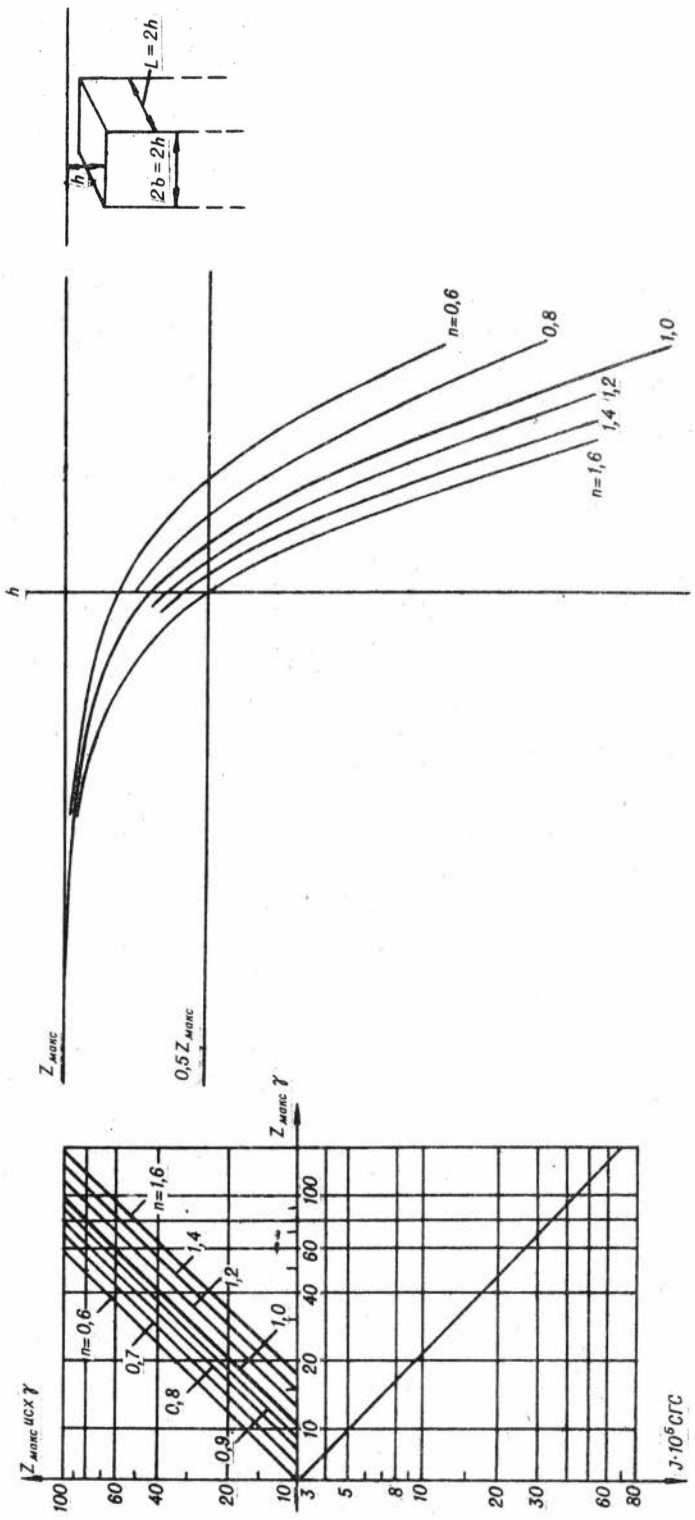
Для цилиндра с
 $h=r$
 $h=2r$
 $h=3r$
 $h=4r$
 до центра цилиндра

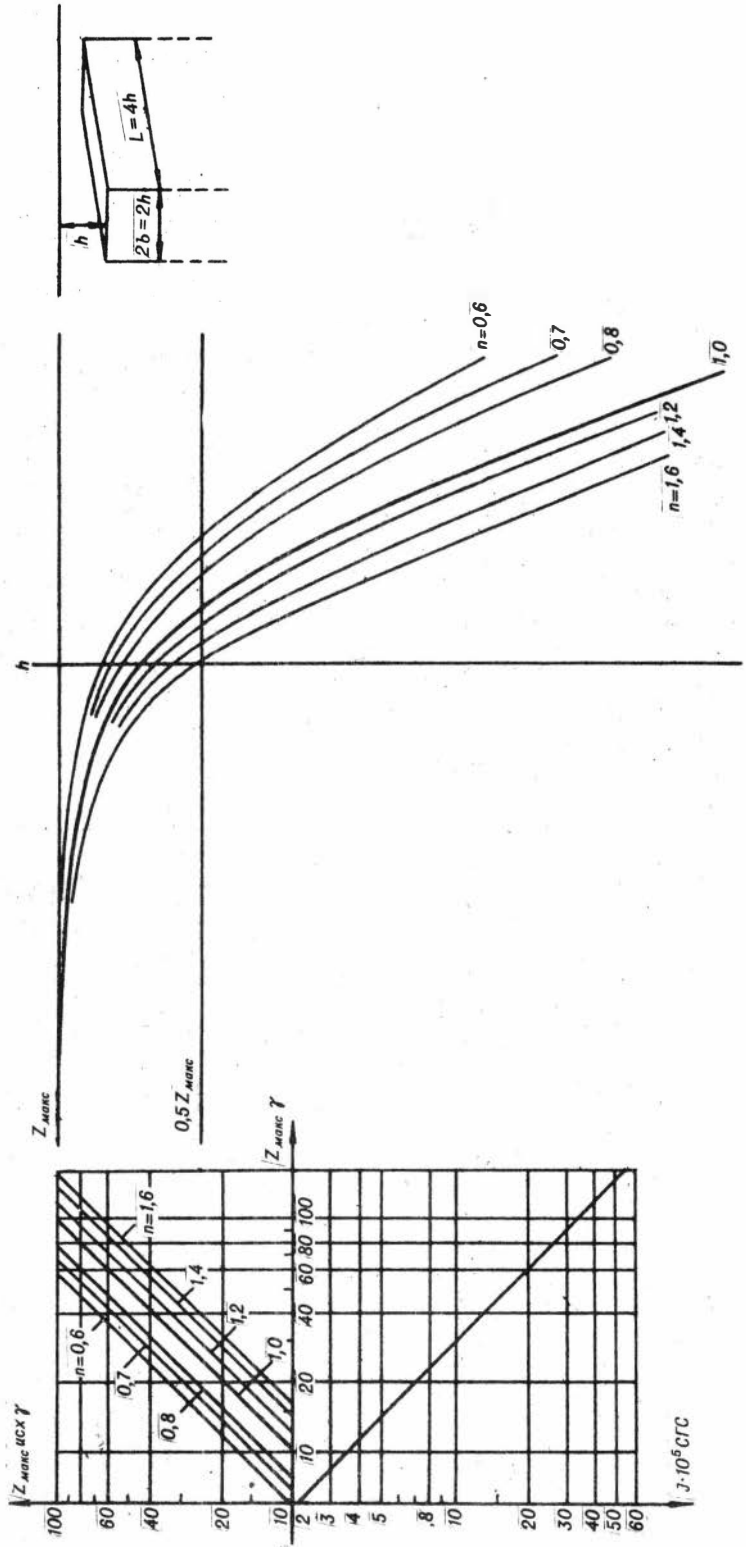


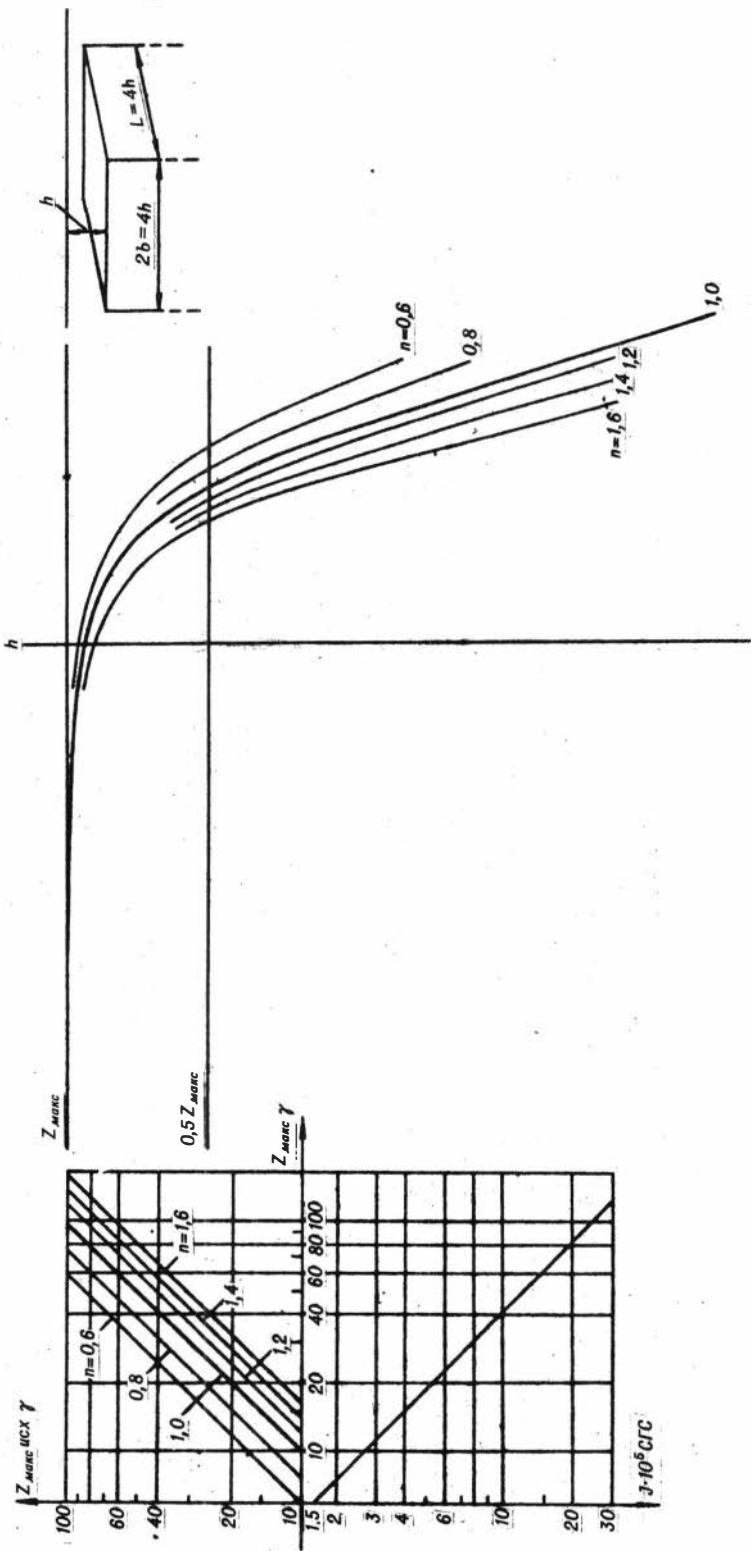


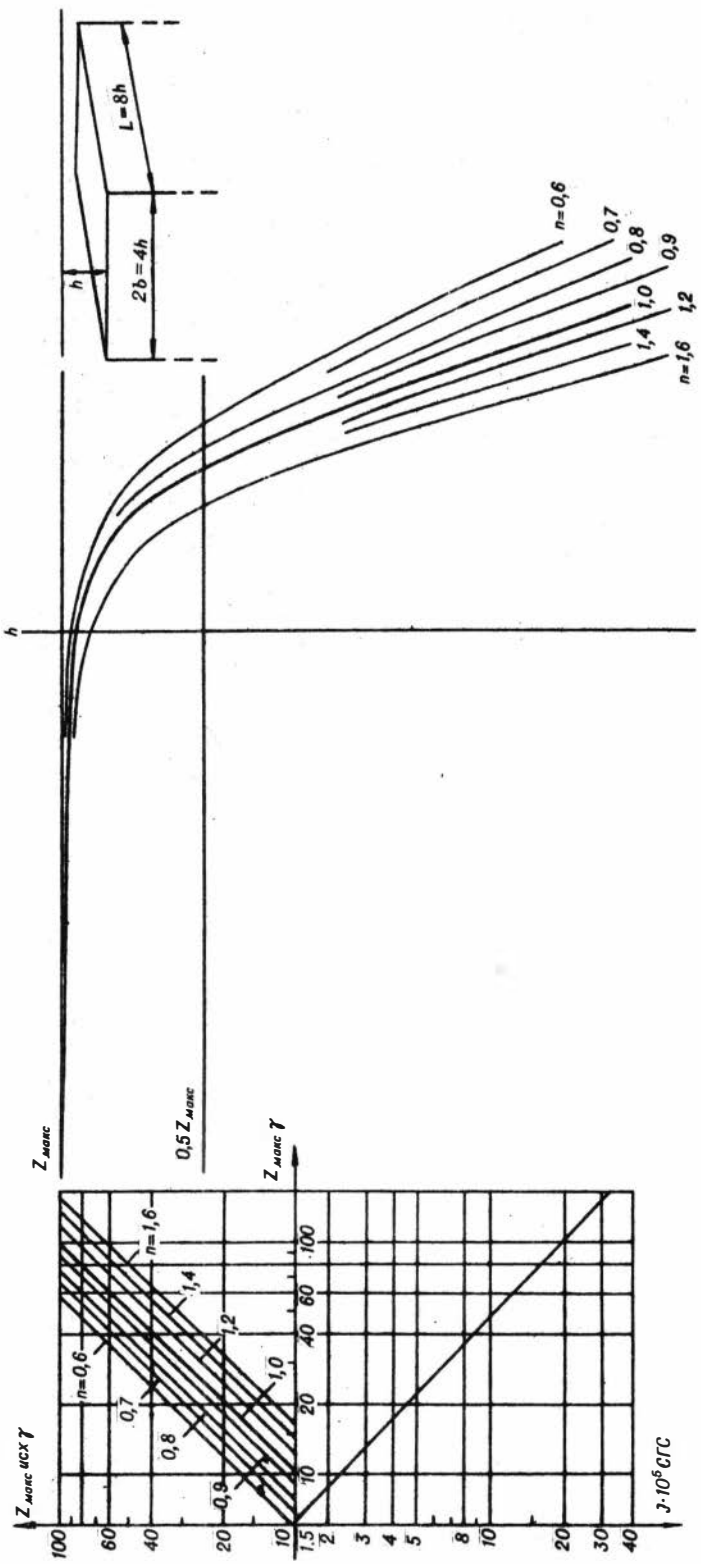


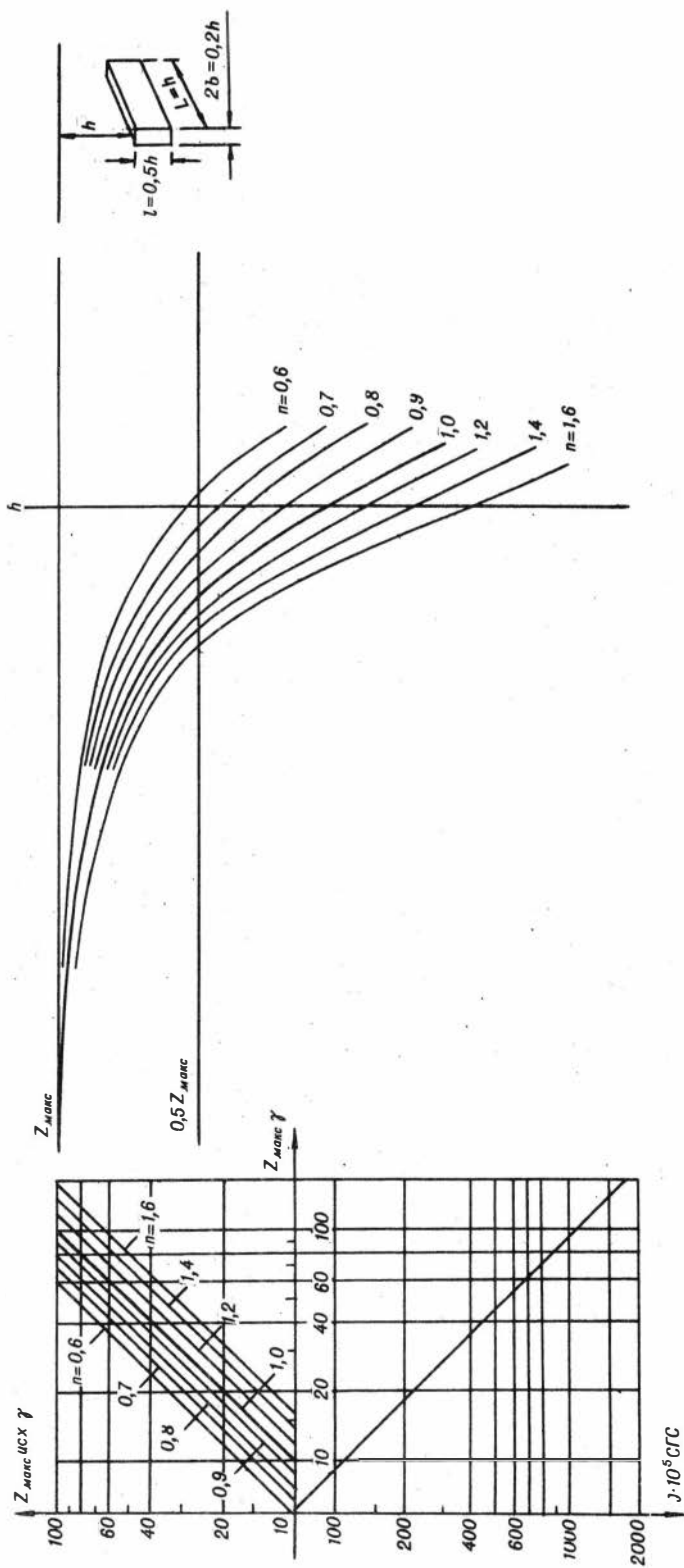


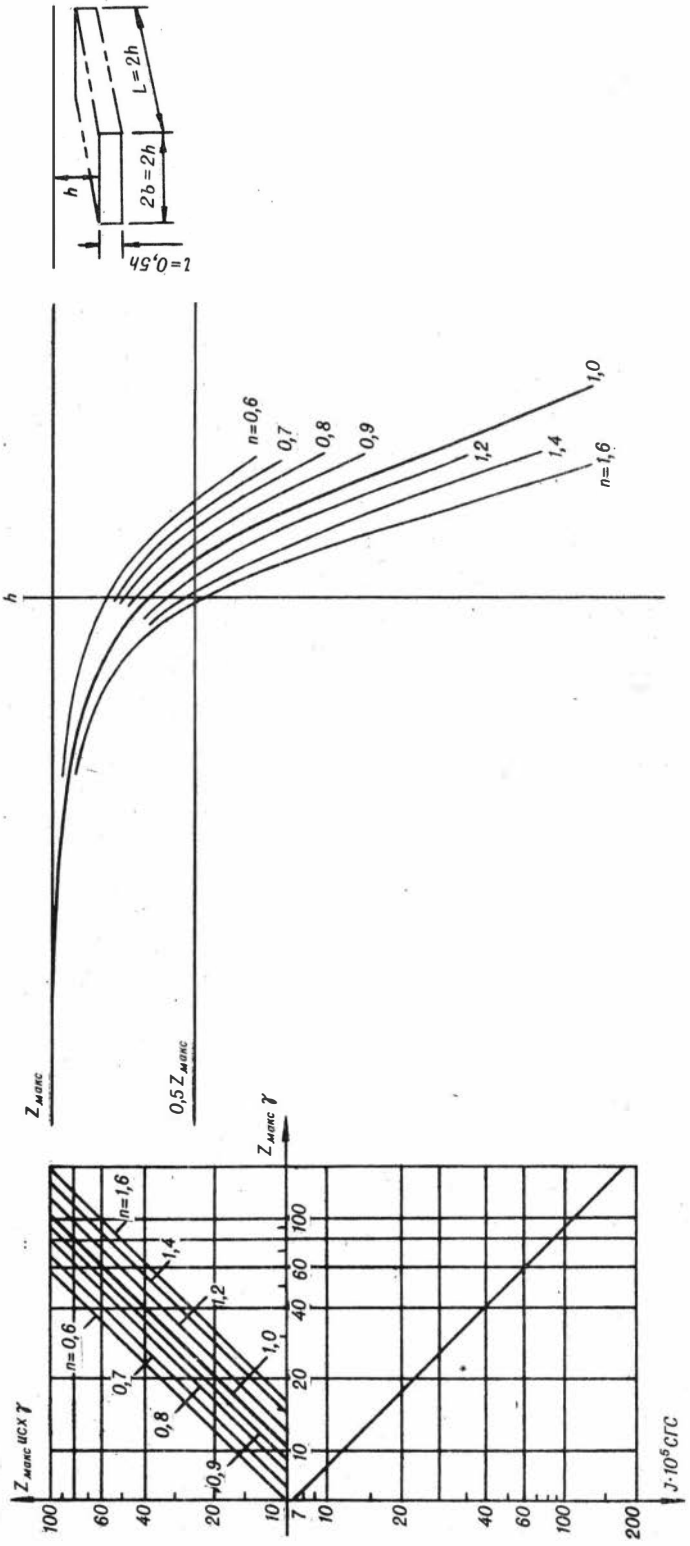




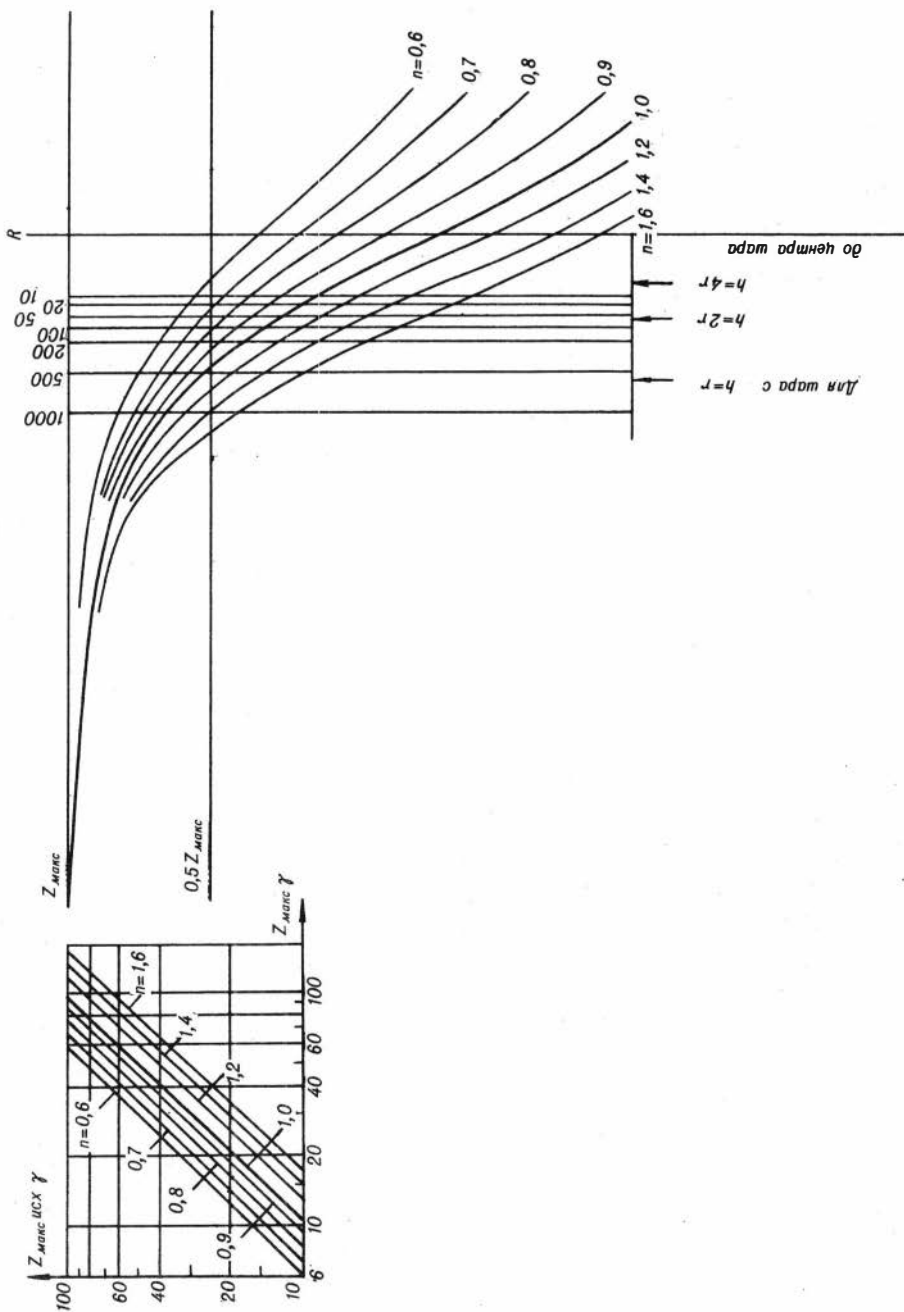


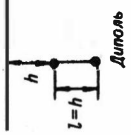
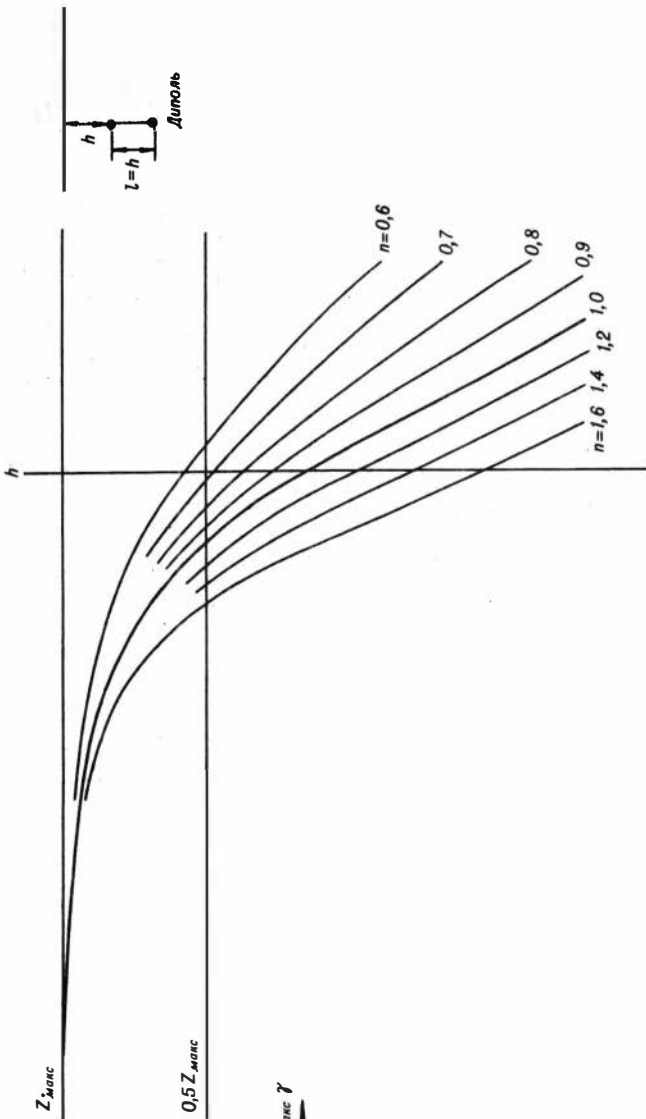
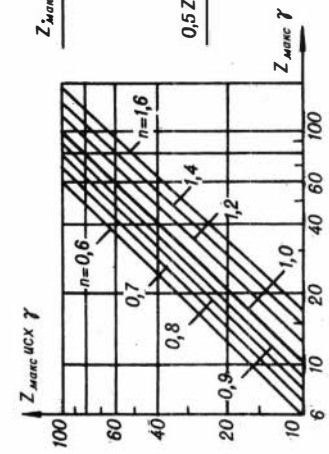






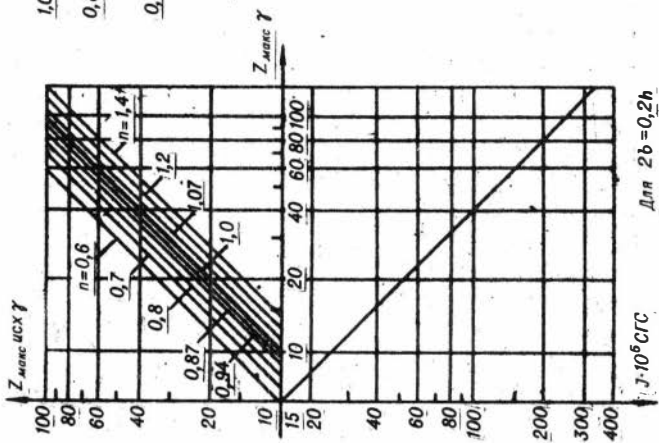
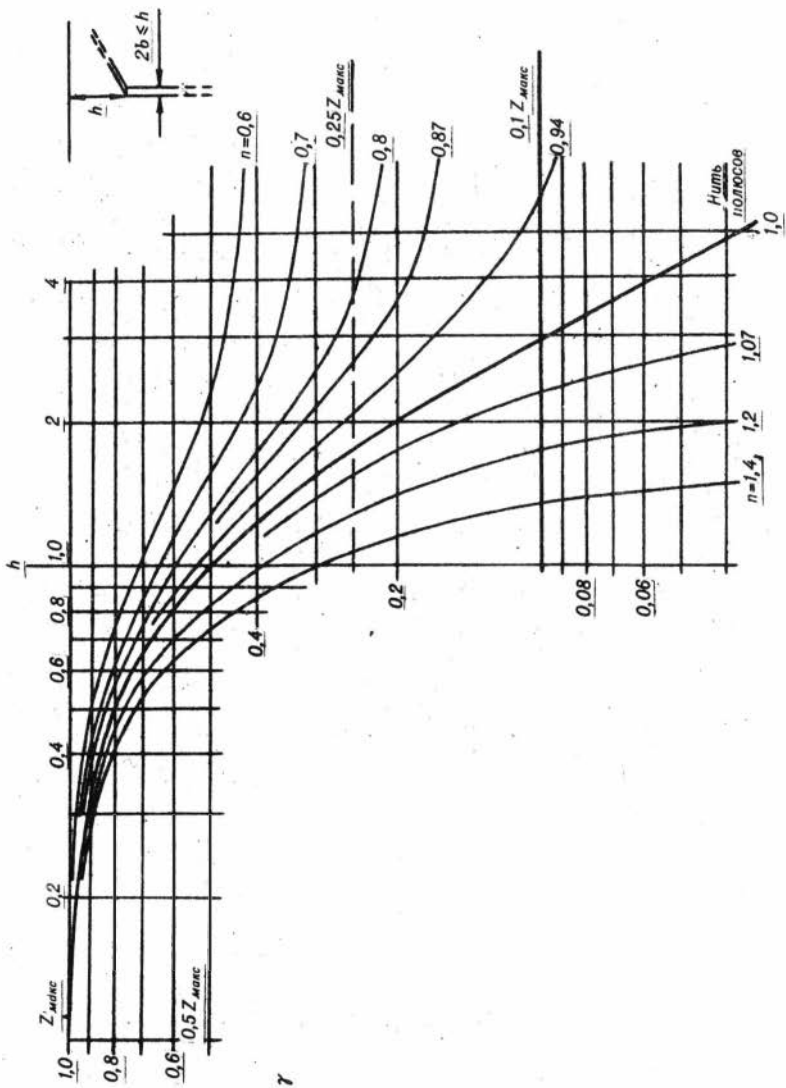
Линии h при $Z_{\text{макс}}$ (в γ) равном:

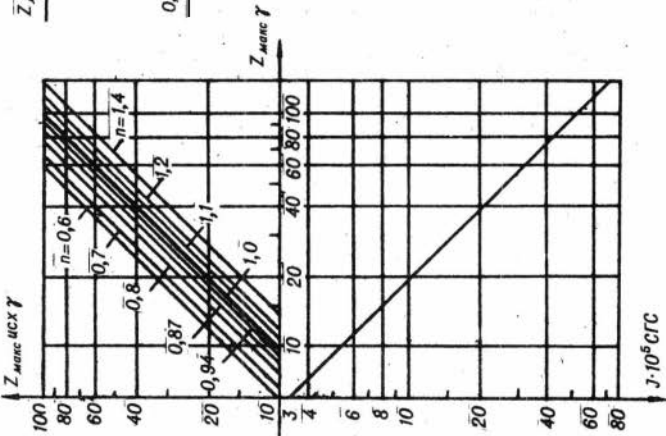
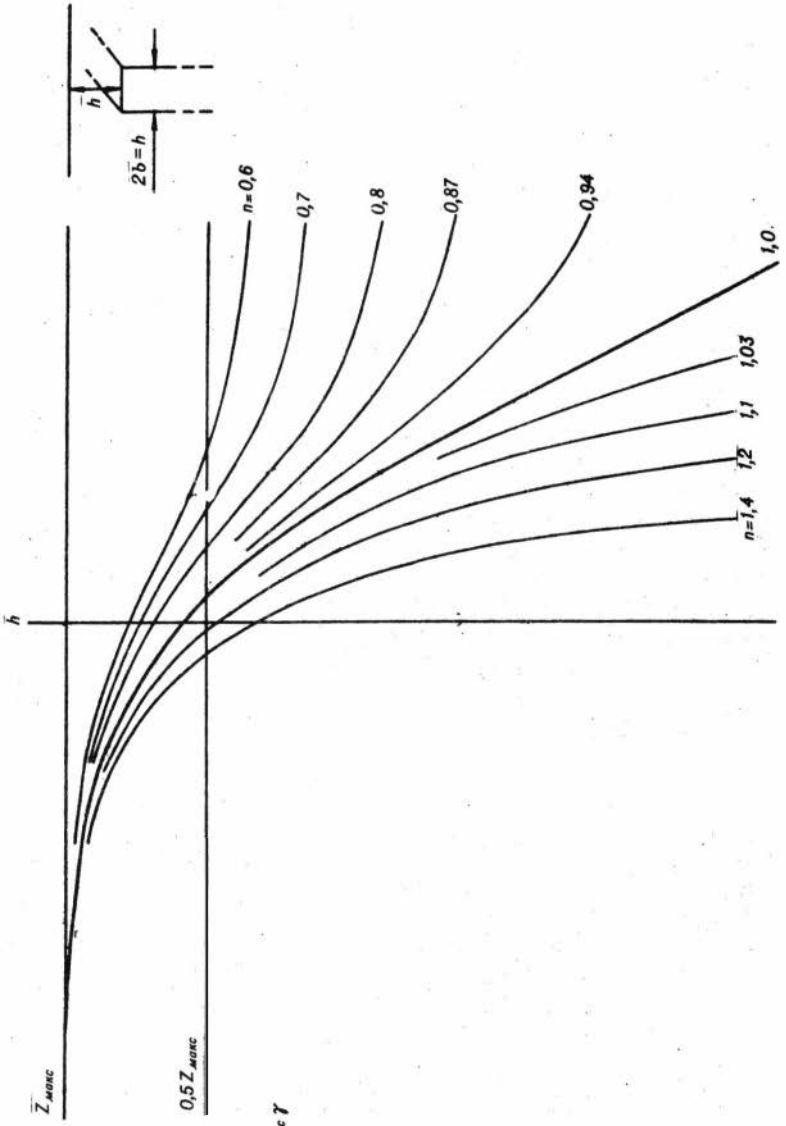


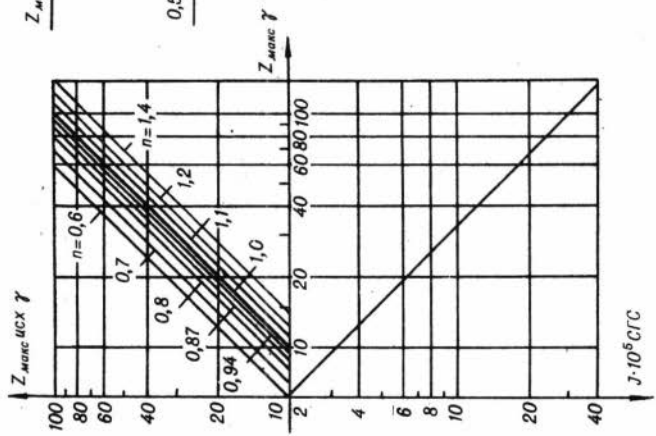
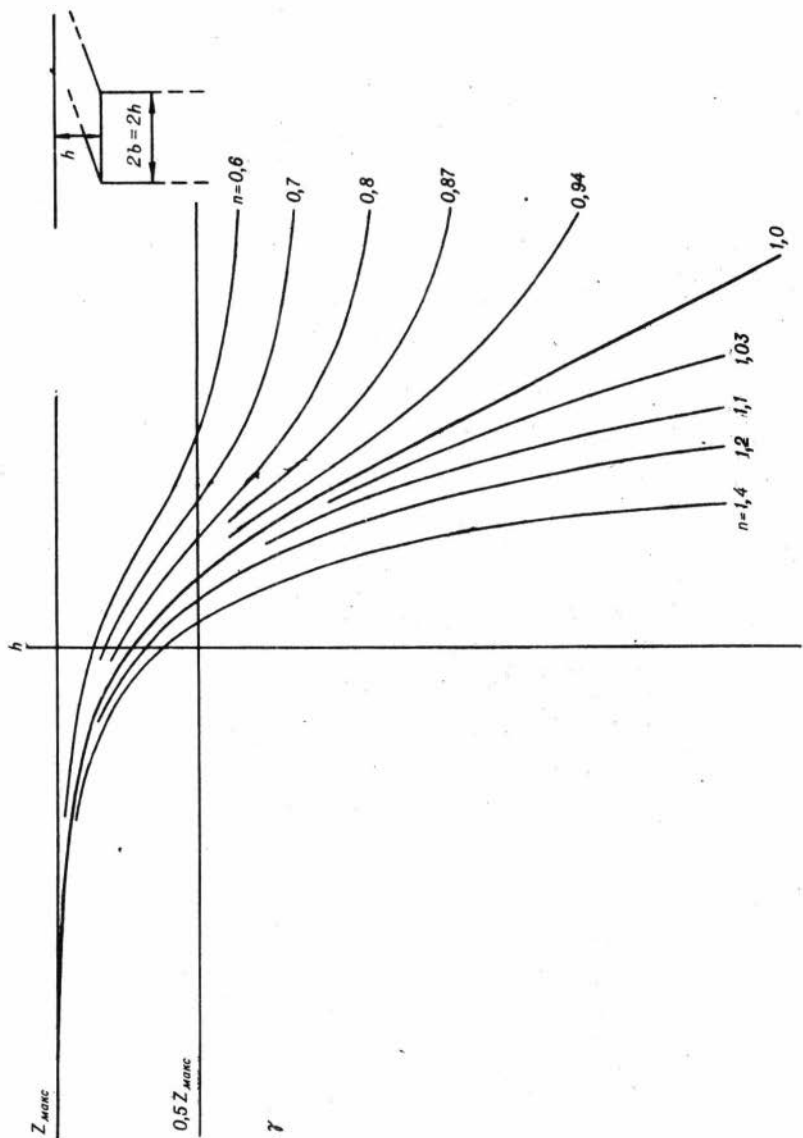


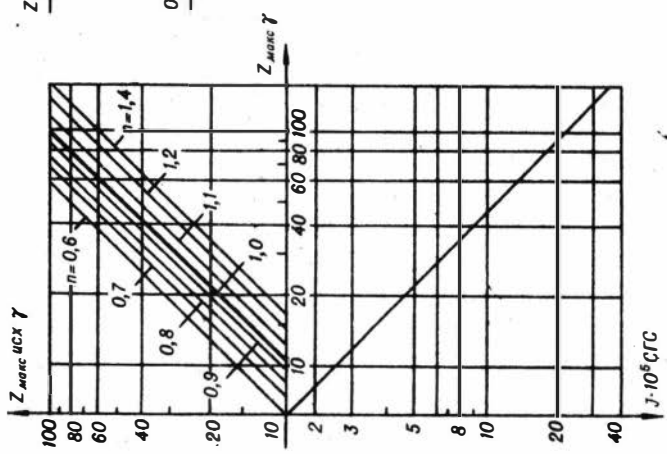
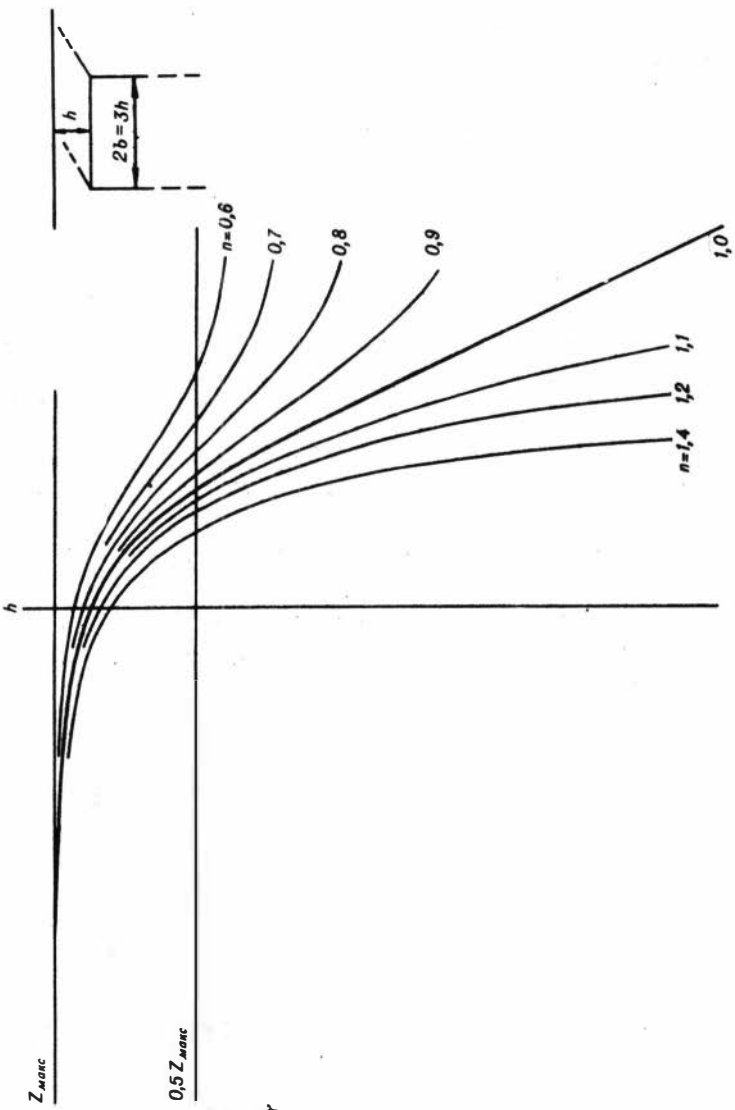
ПАЛЕТКИ БЕЗ ИНДЕКСОВ

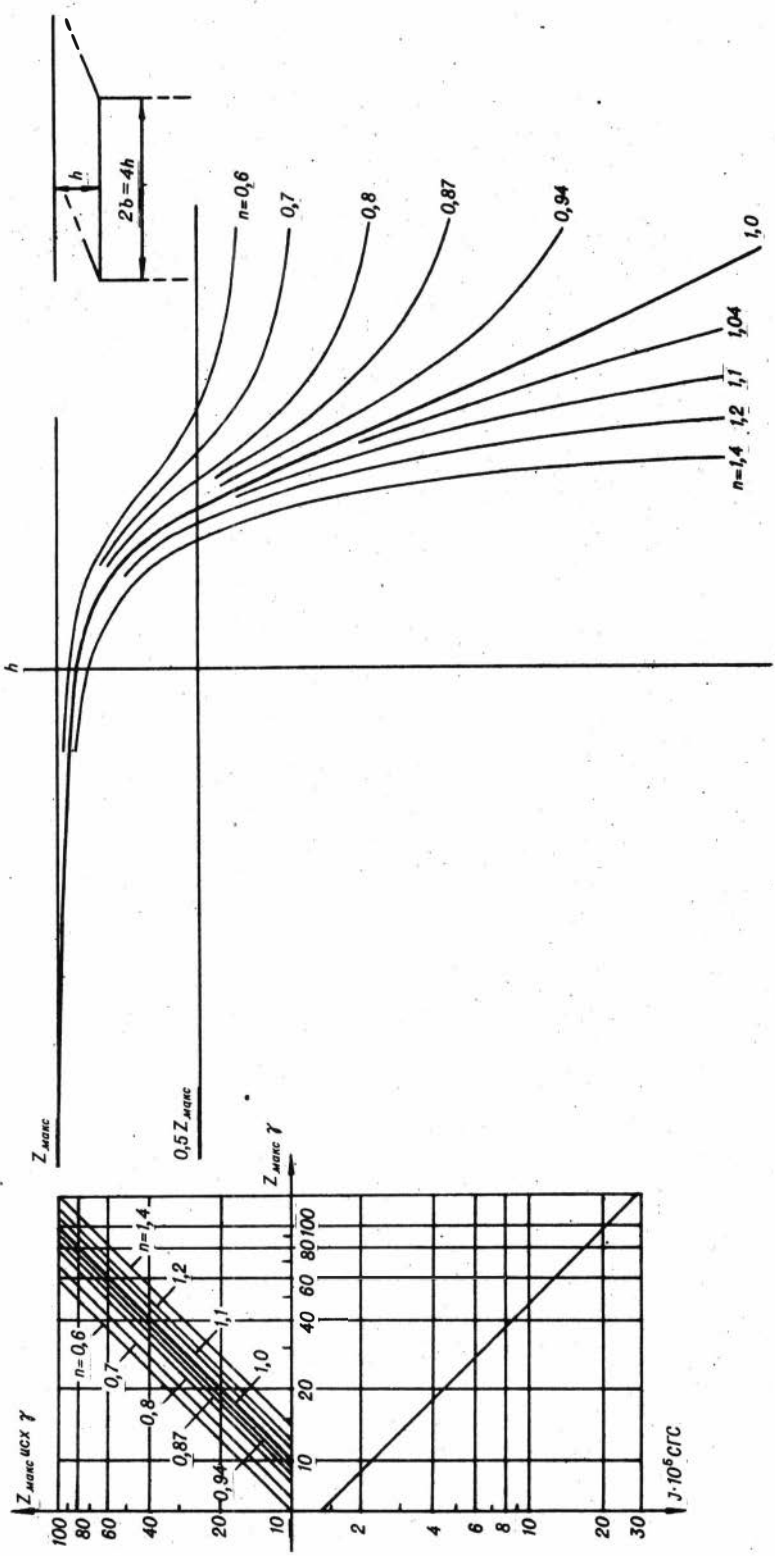
АН СССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ
И ГЕОФИЗИКИ

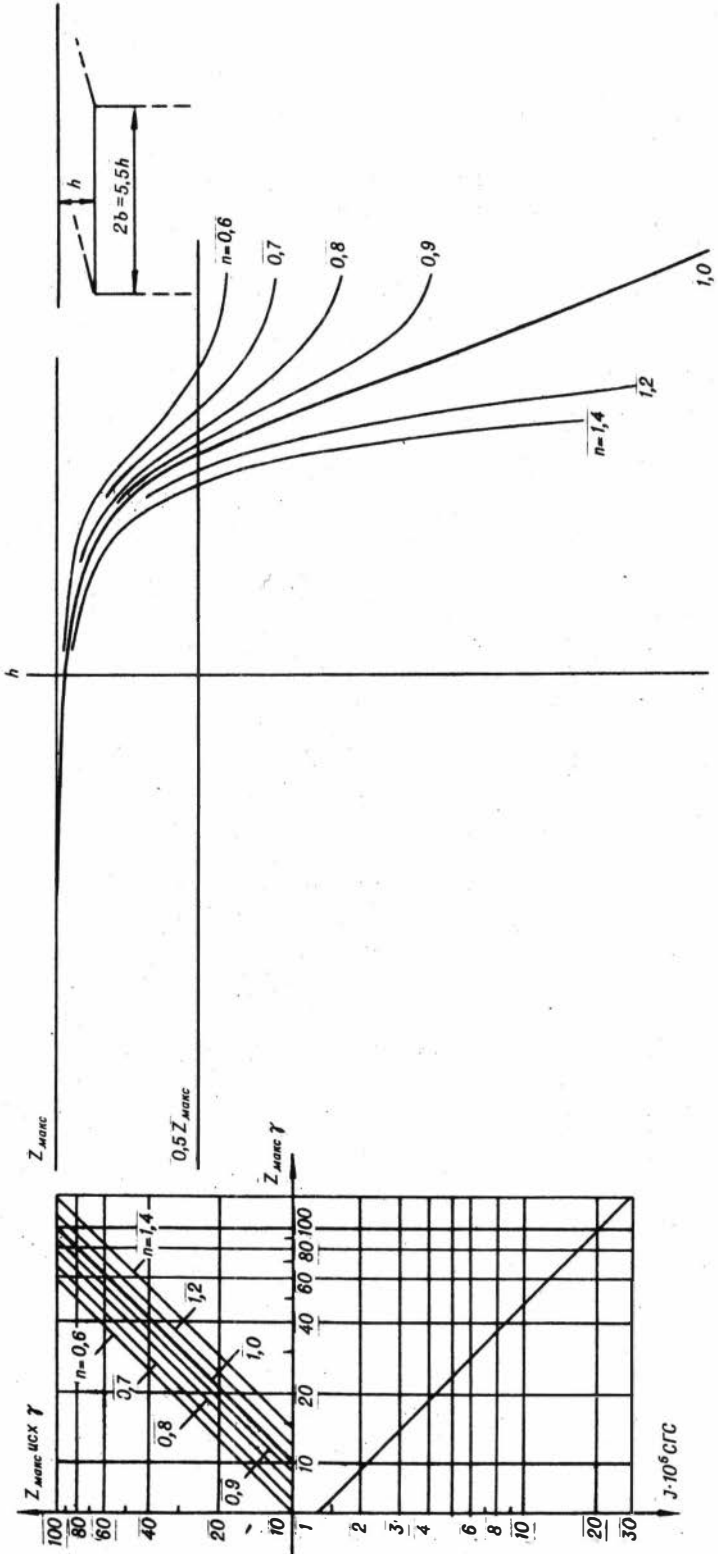


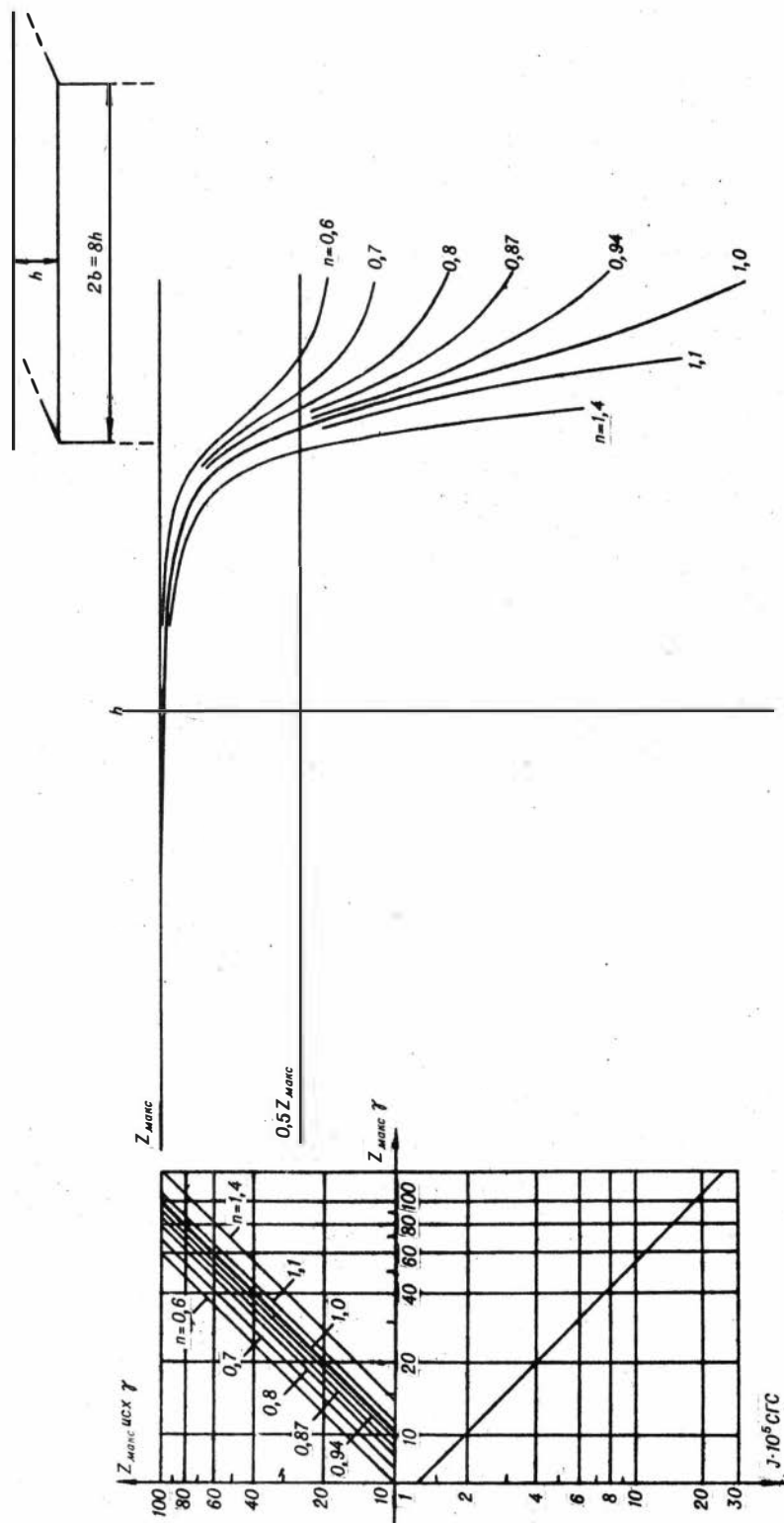


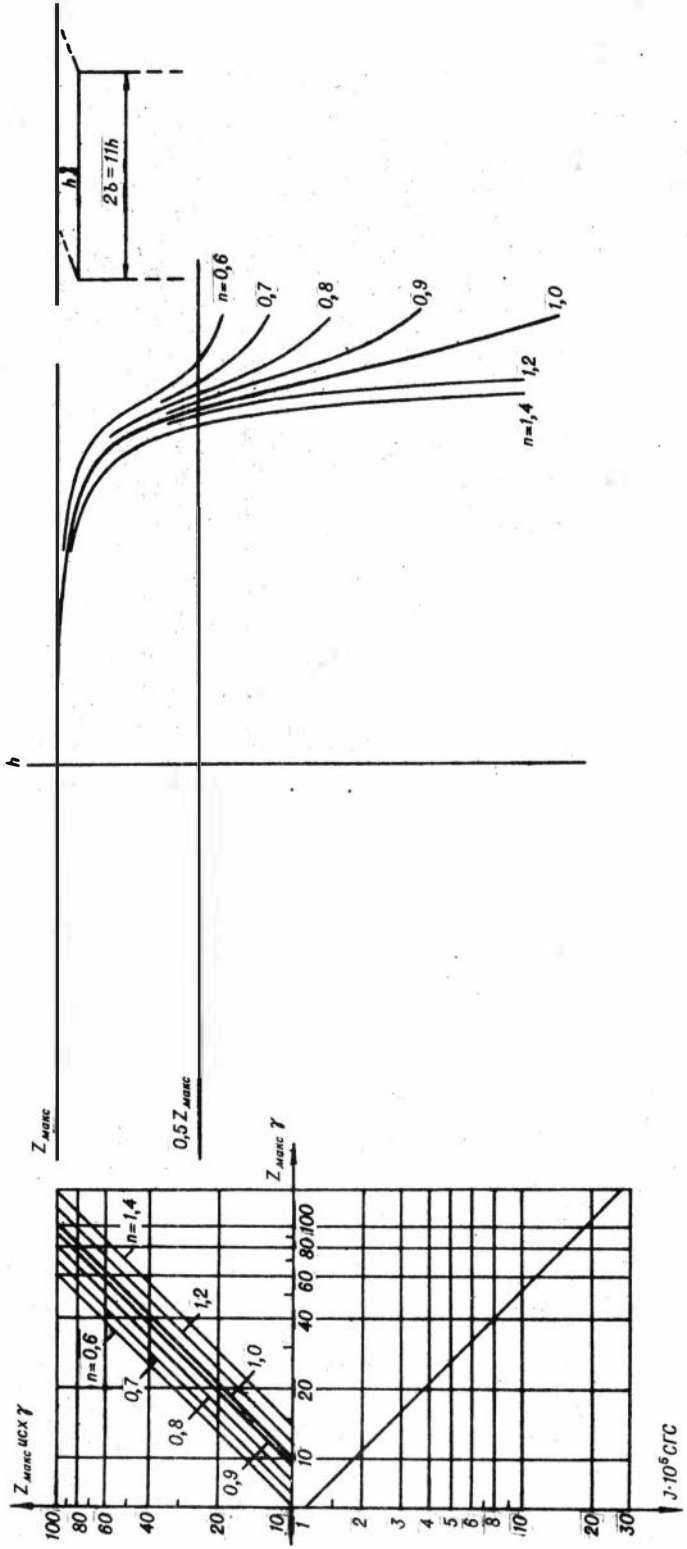


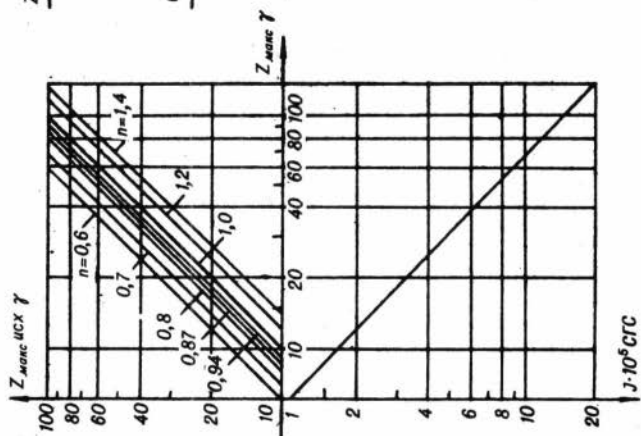
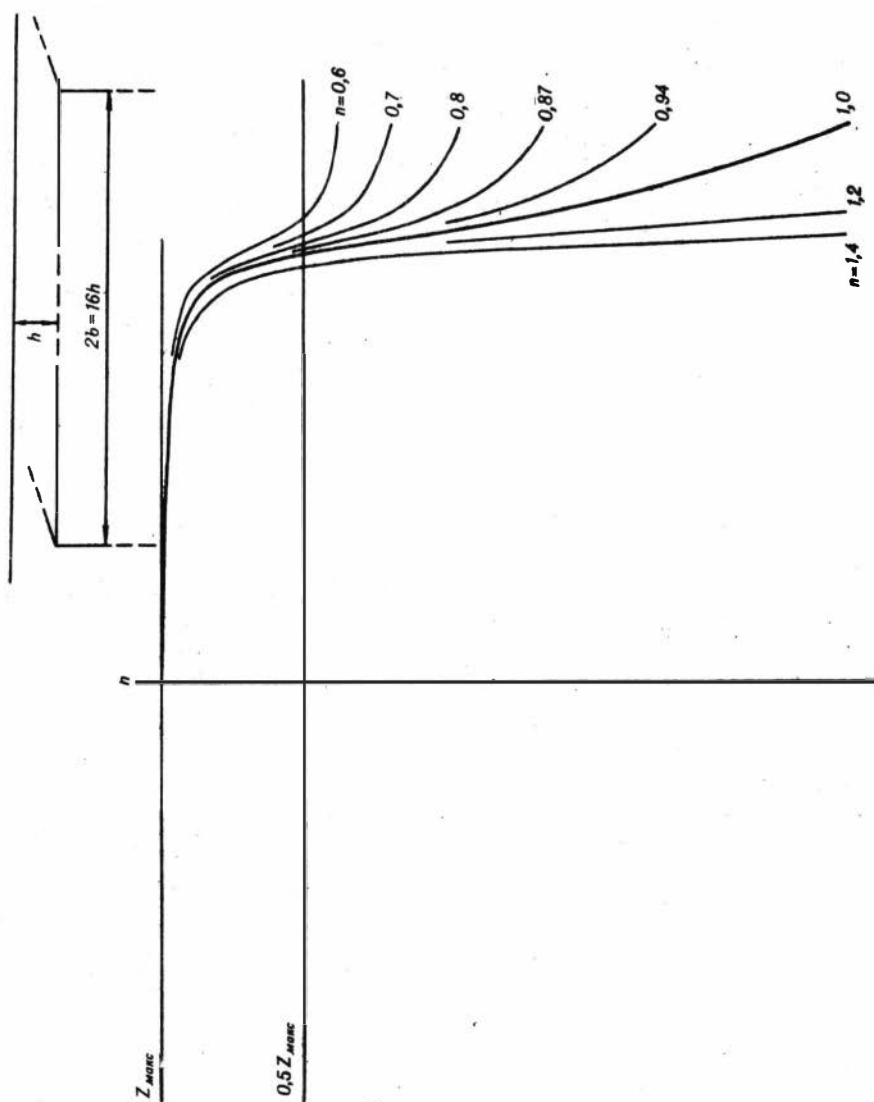


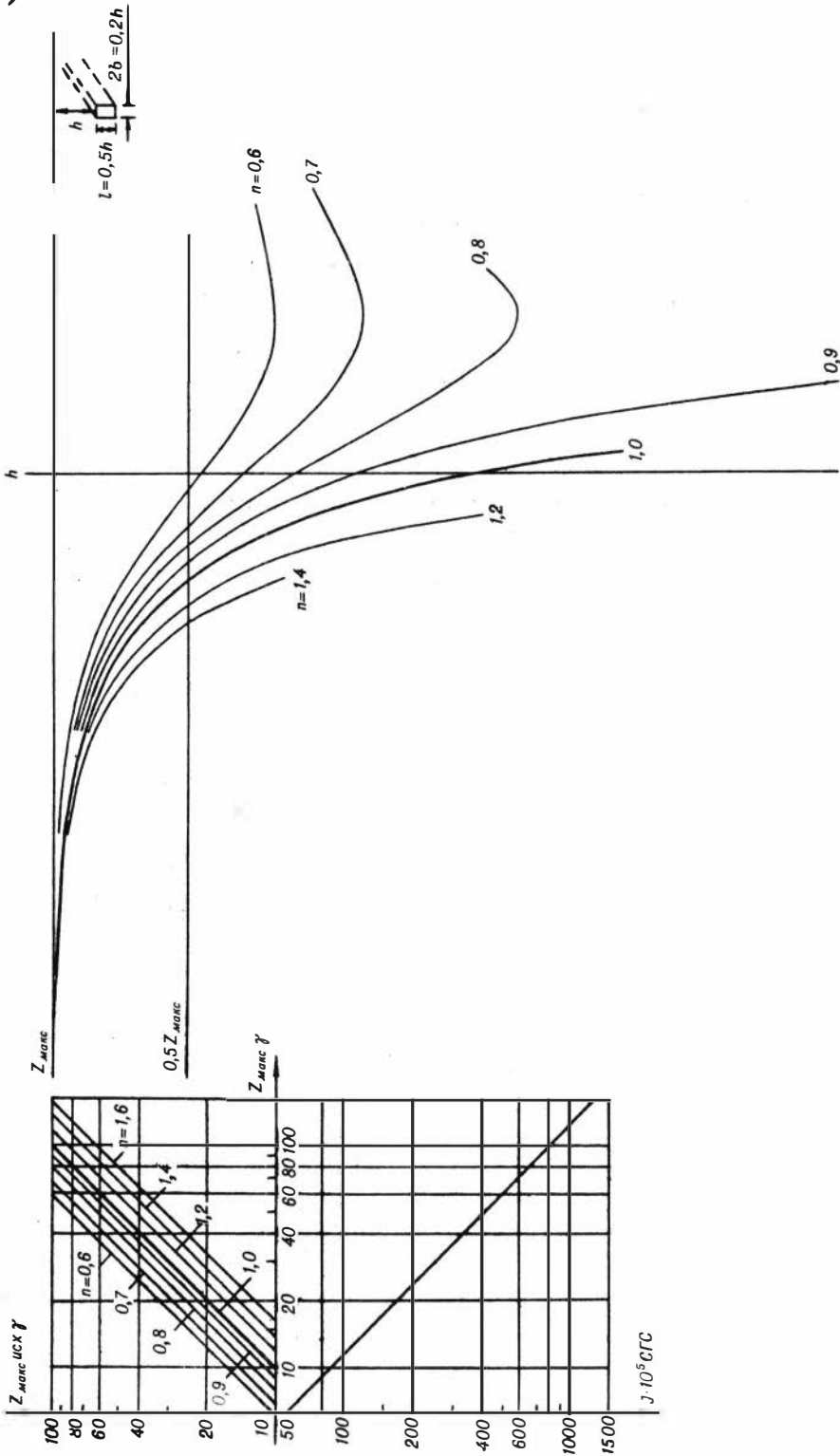


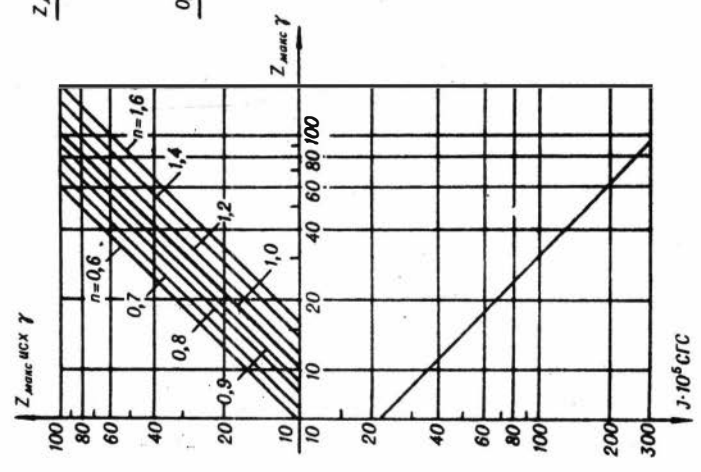
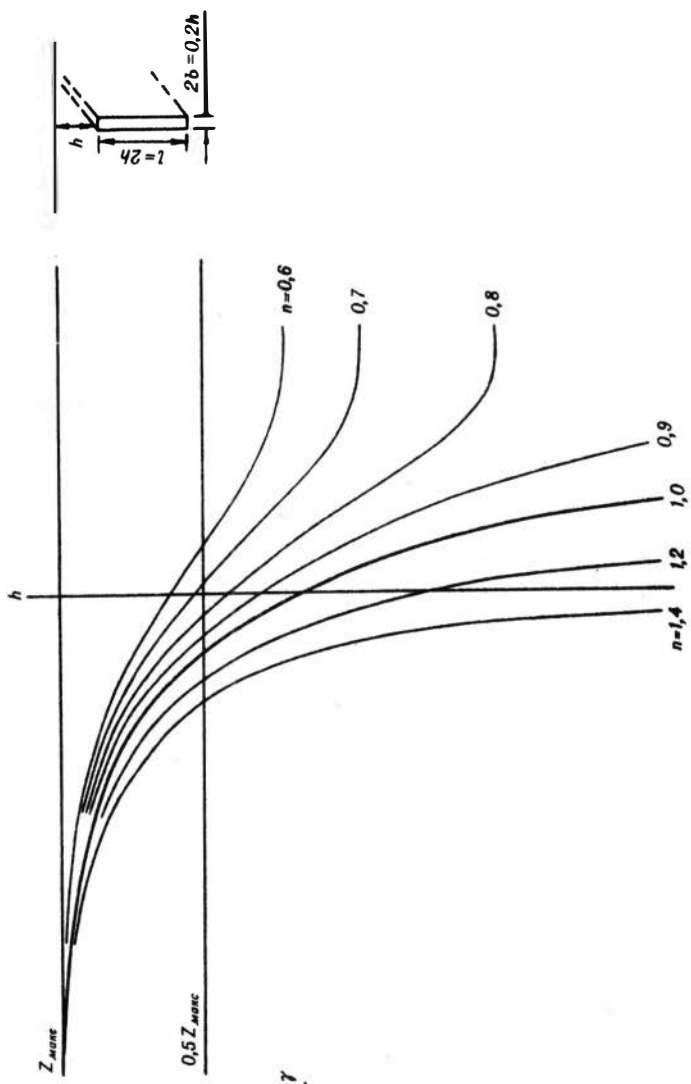


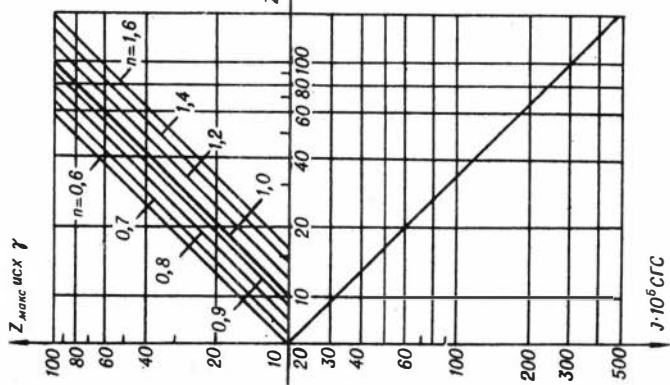
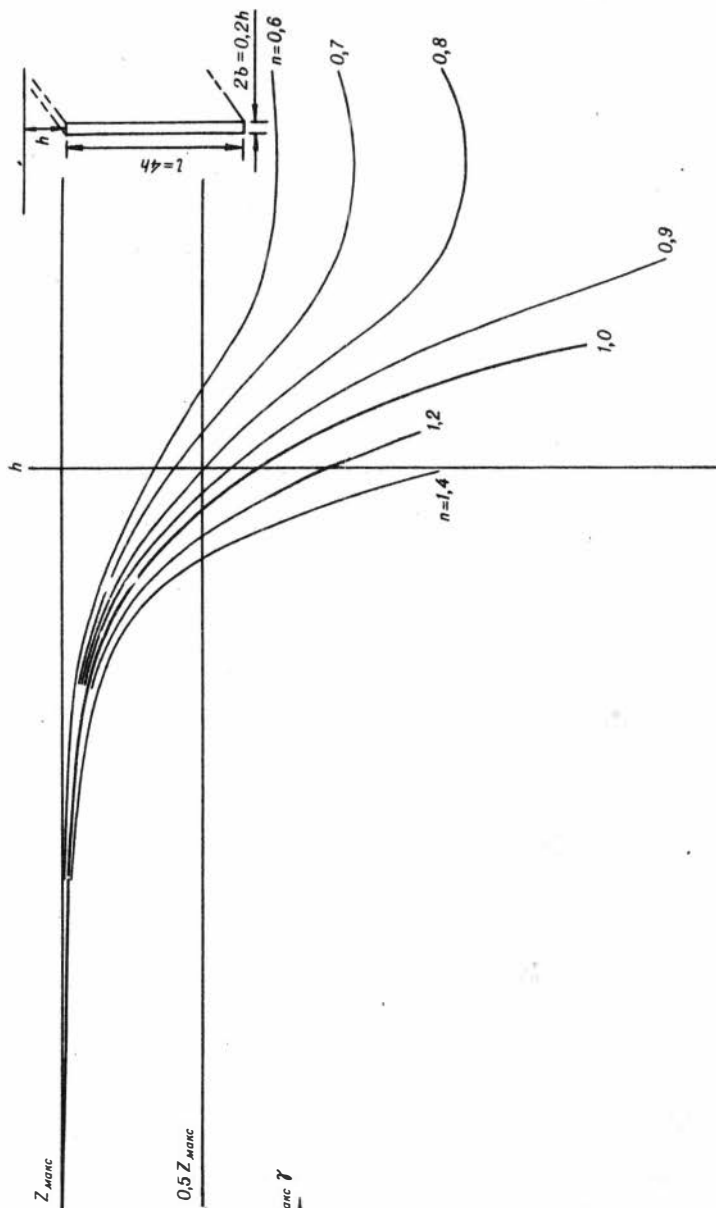


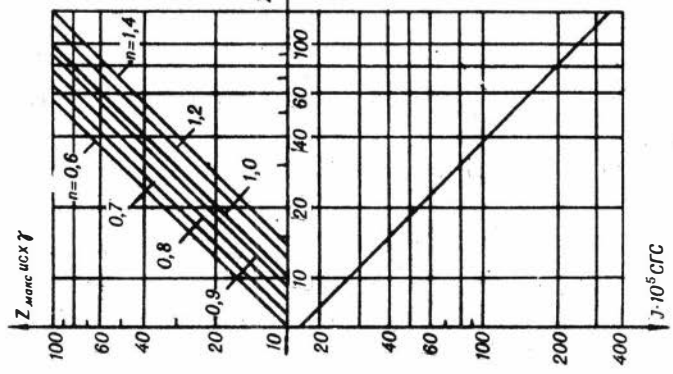
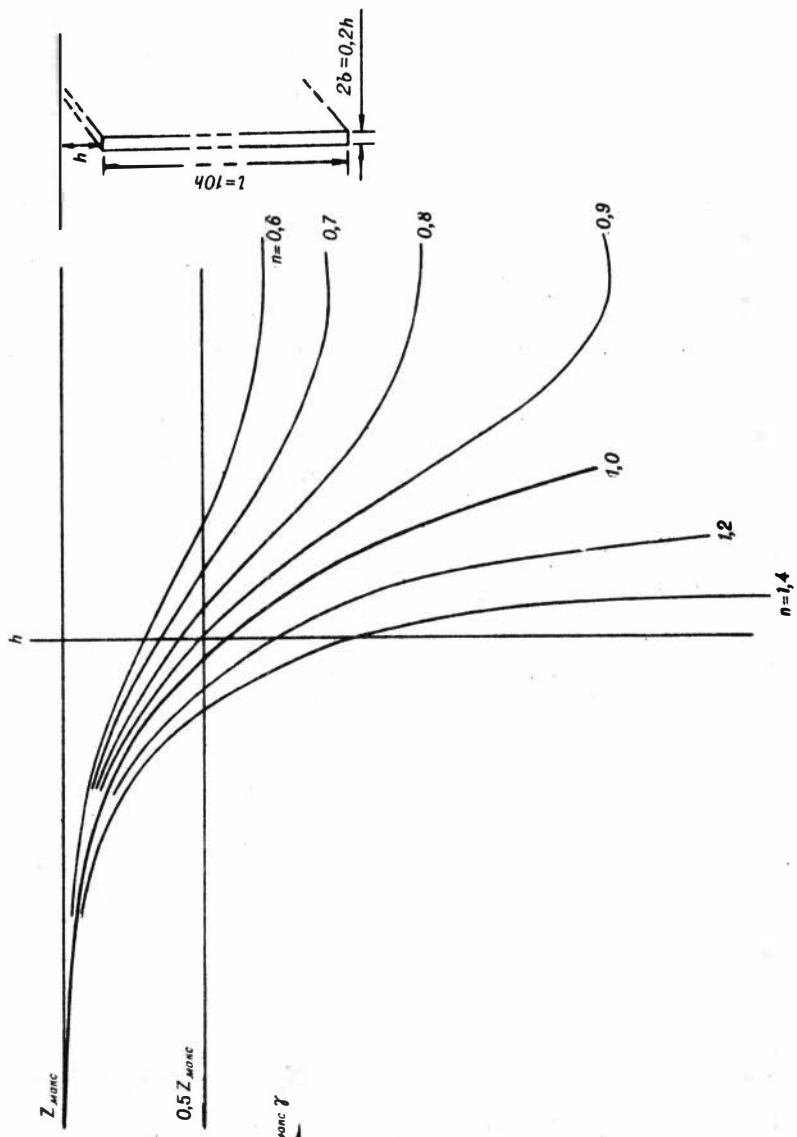


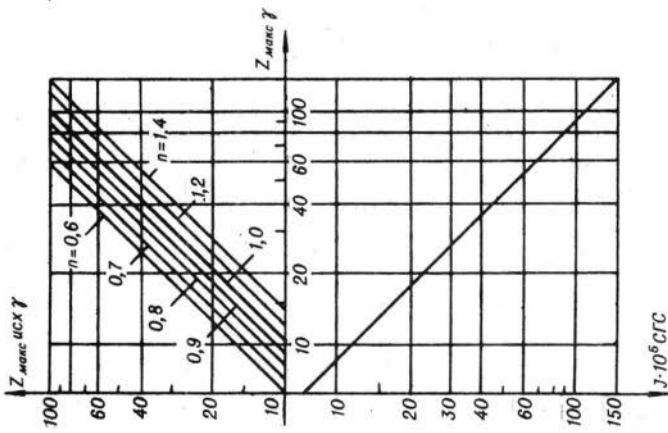
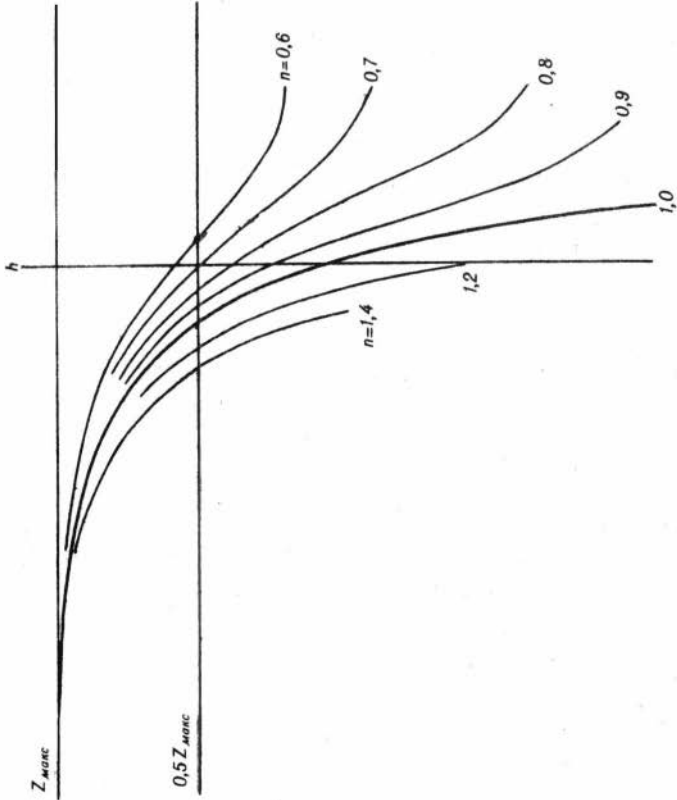
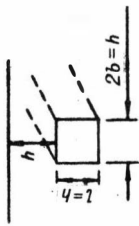


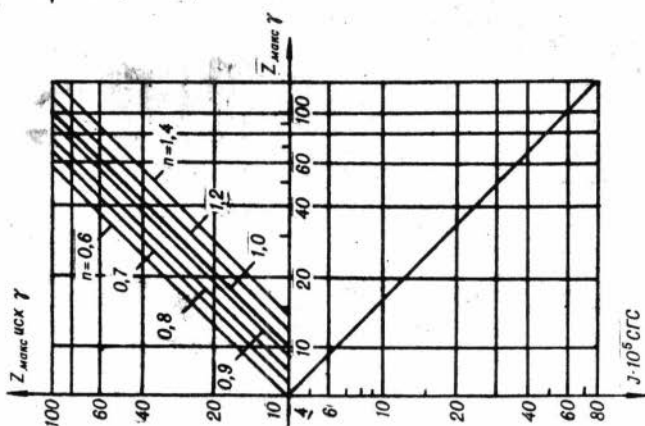
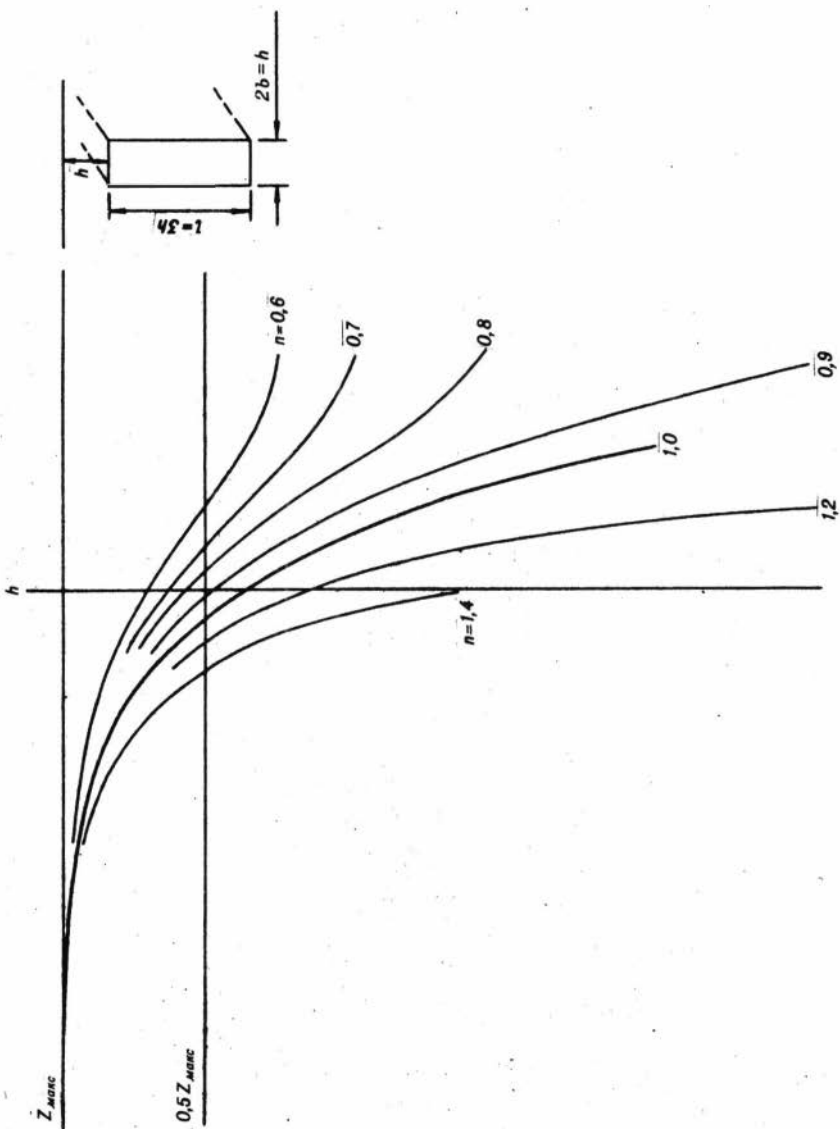


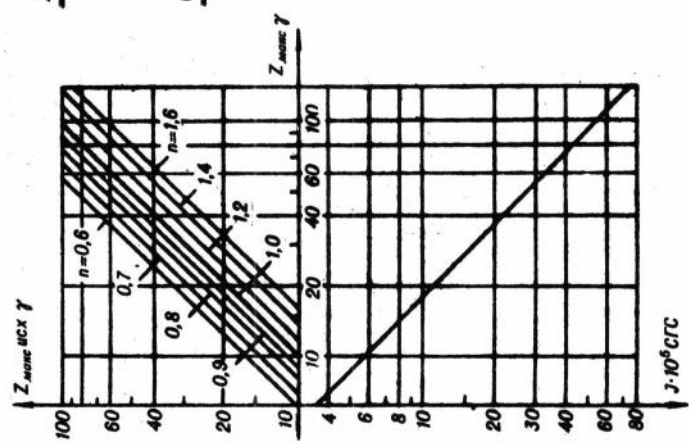
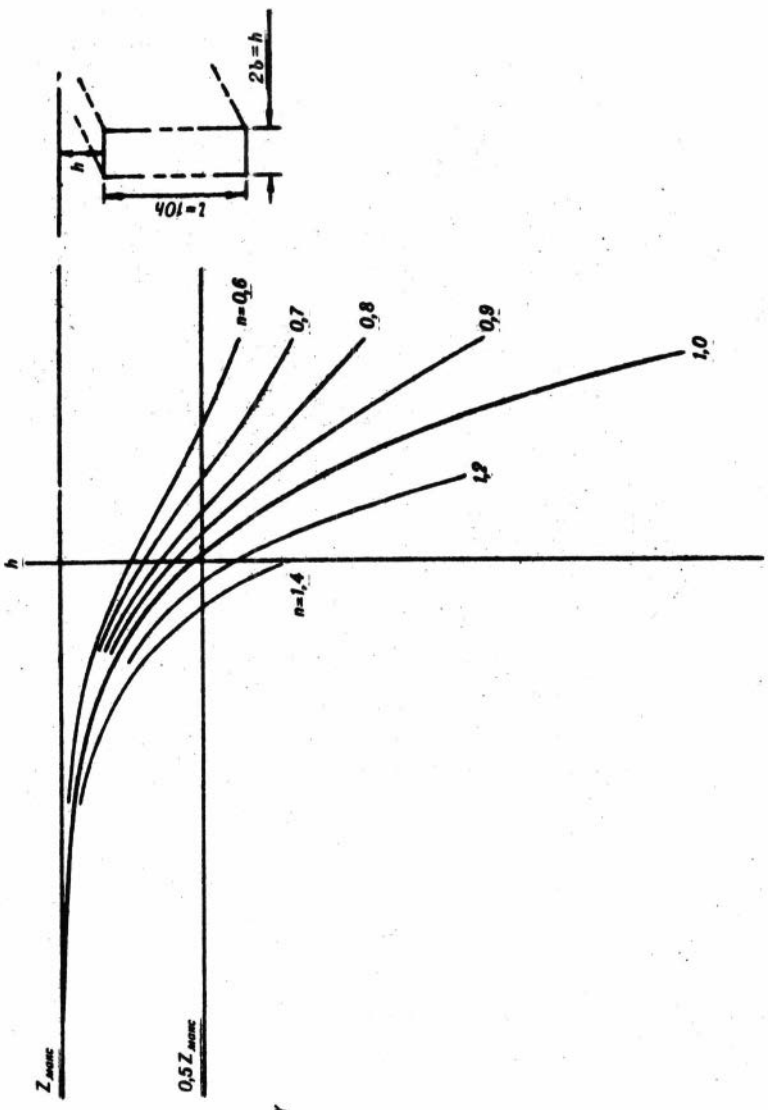




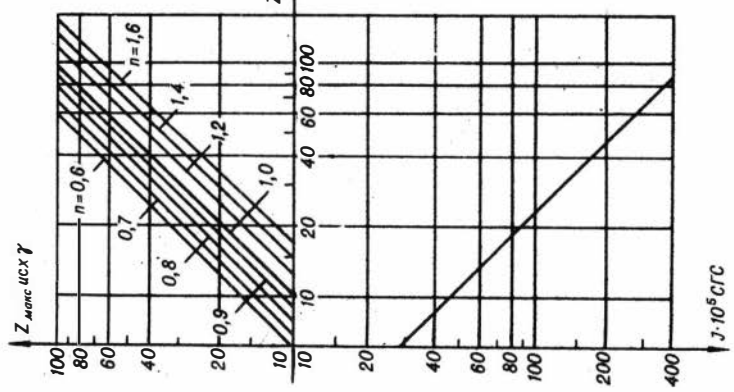
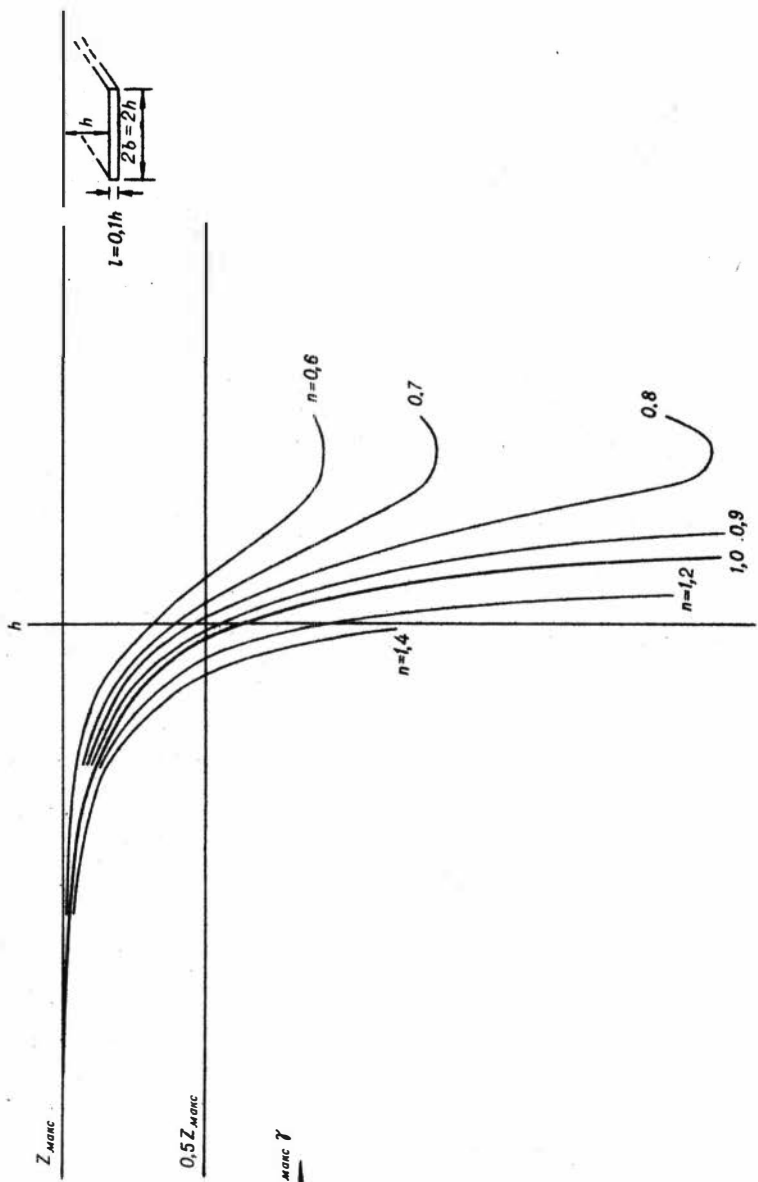




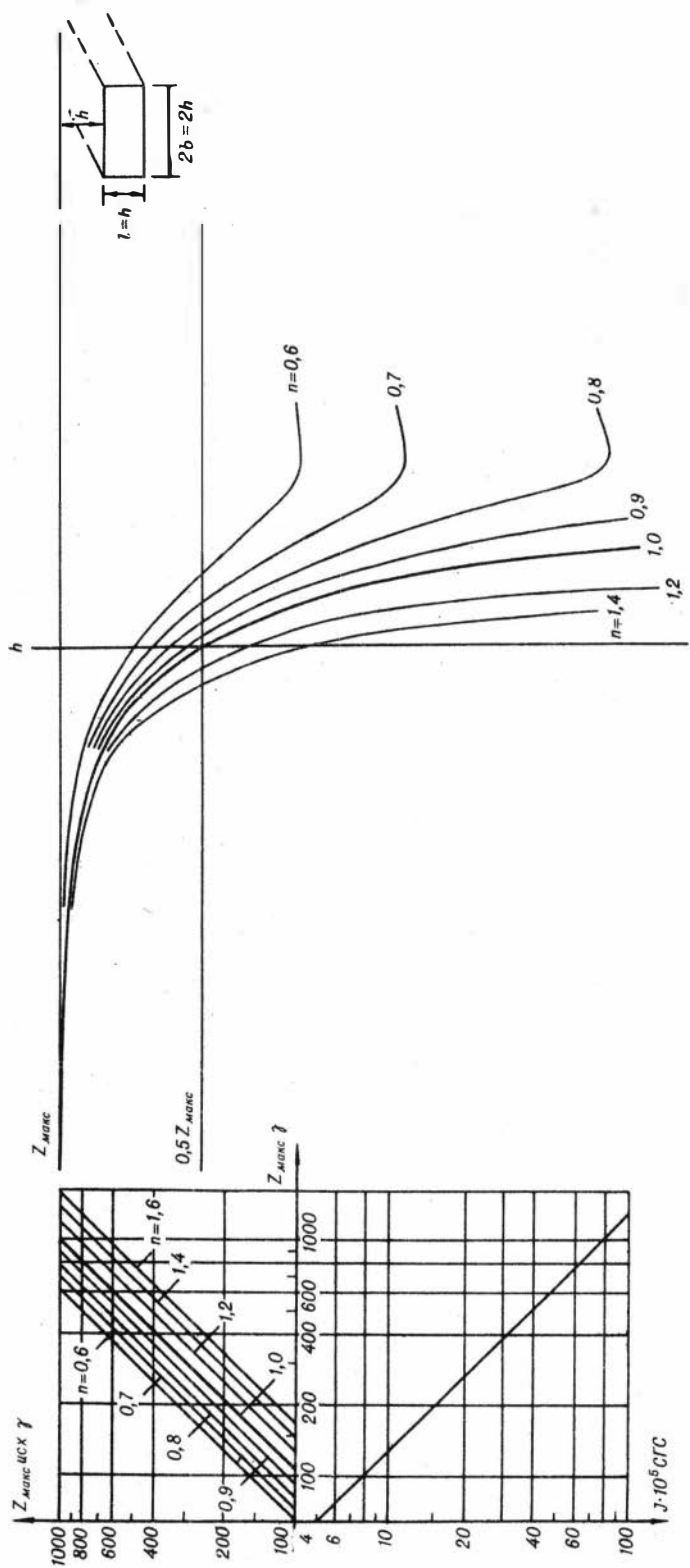


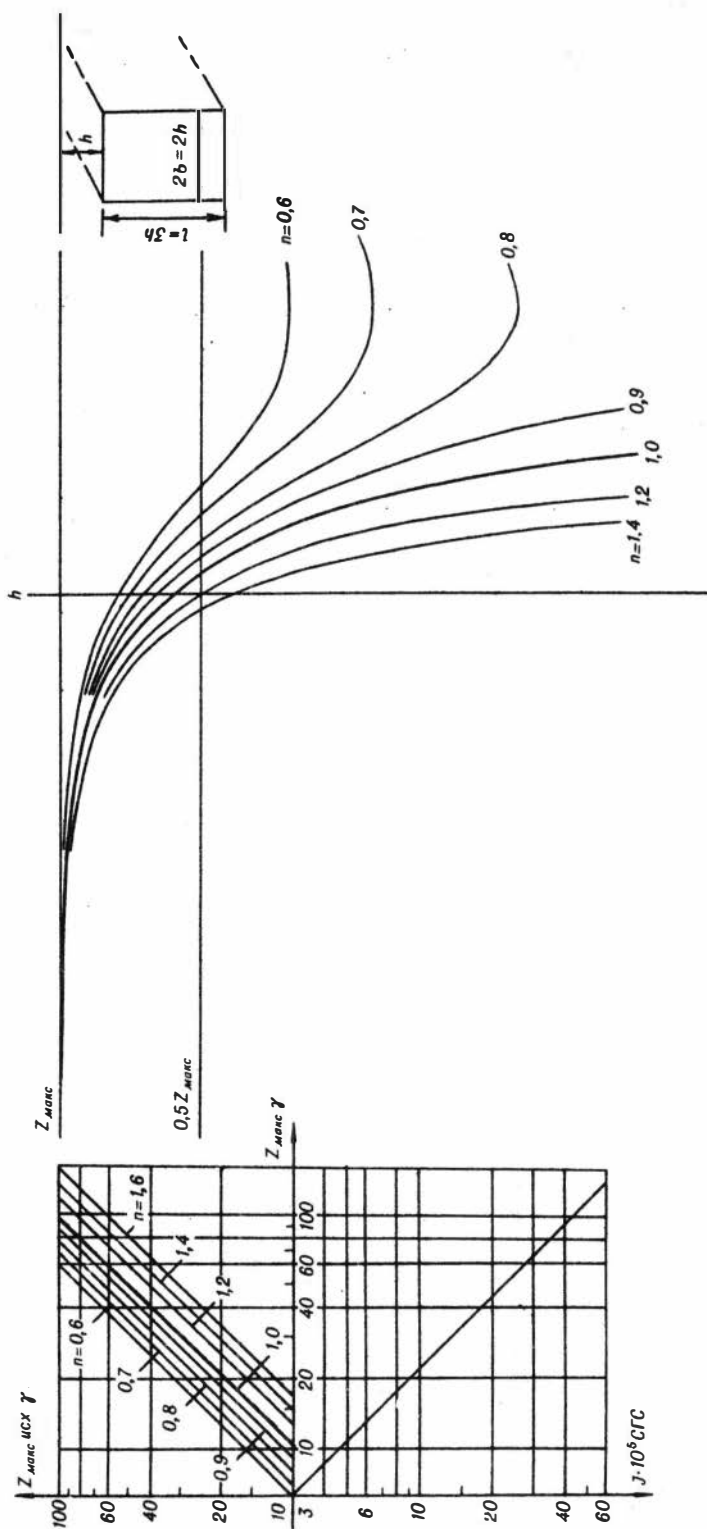


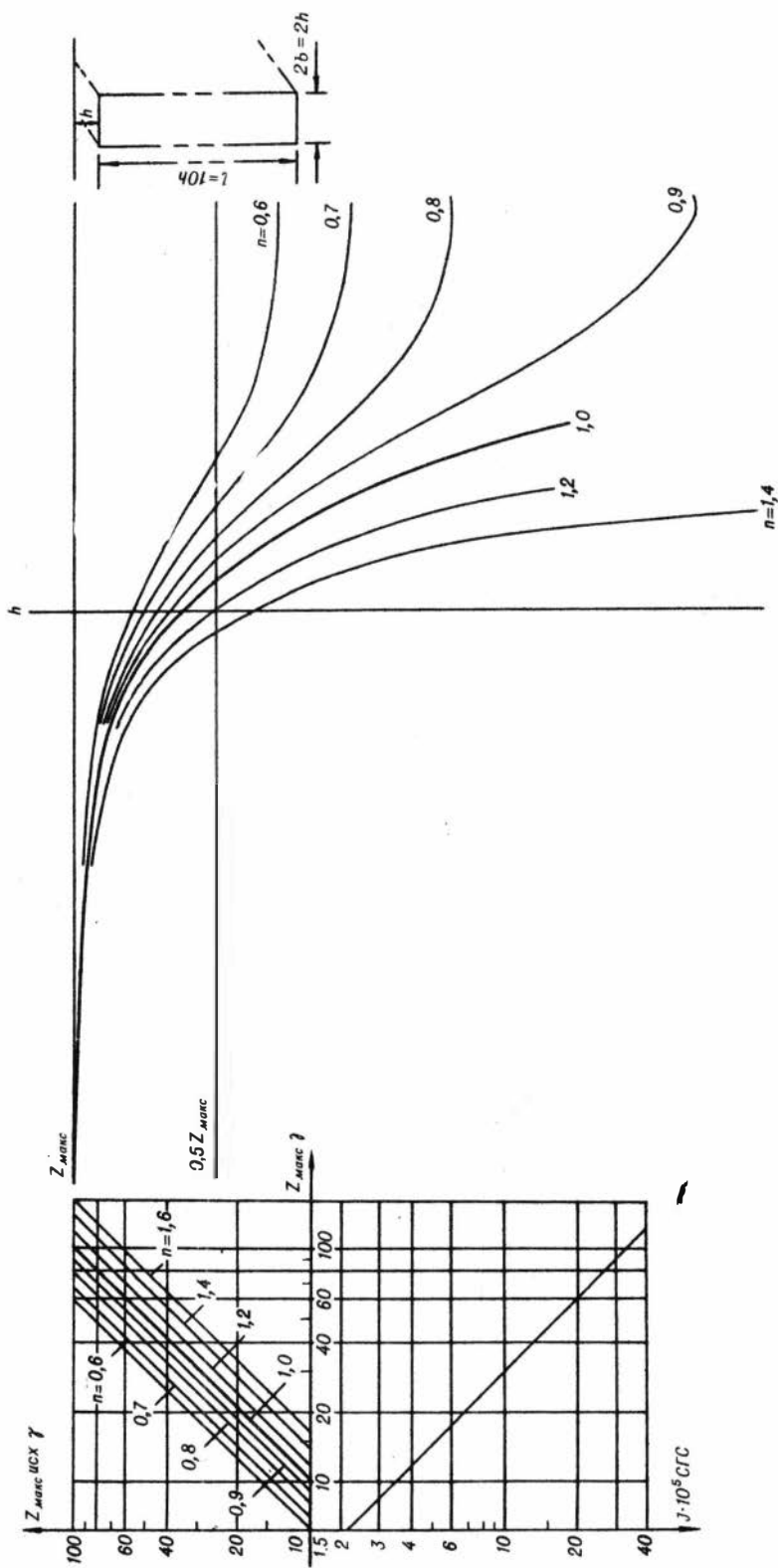
$\gamma \cdot 10^5 \text{ СТС}$

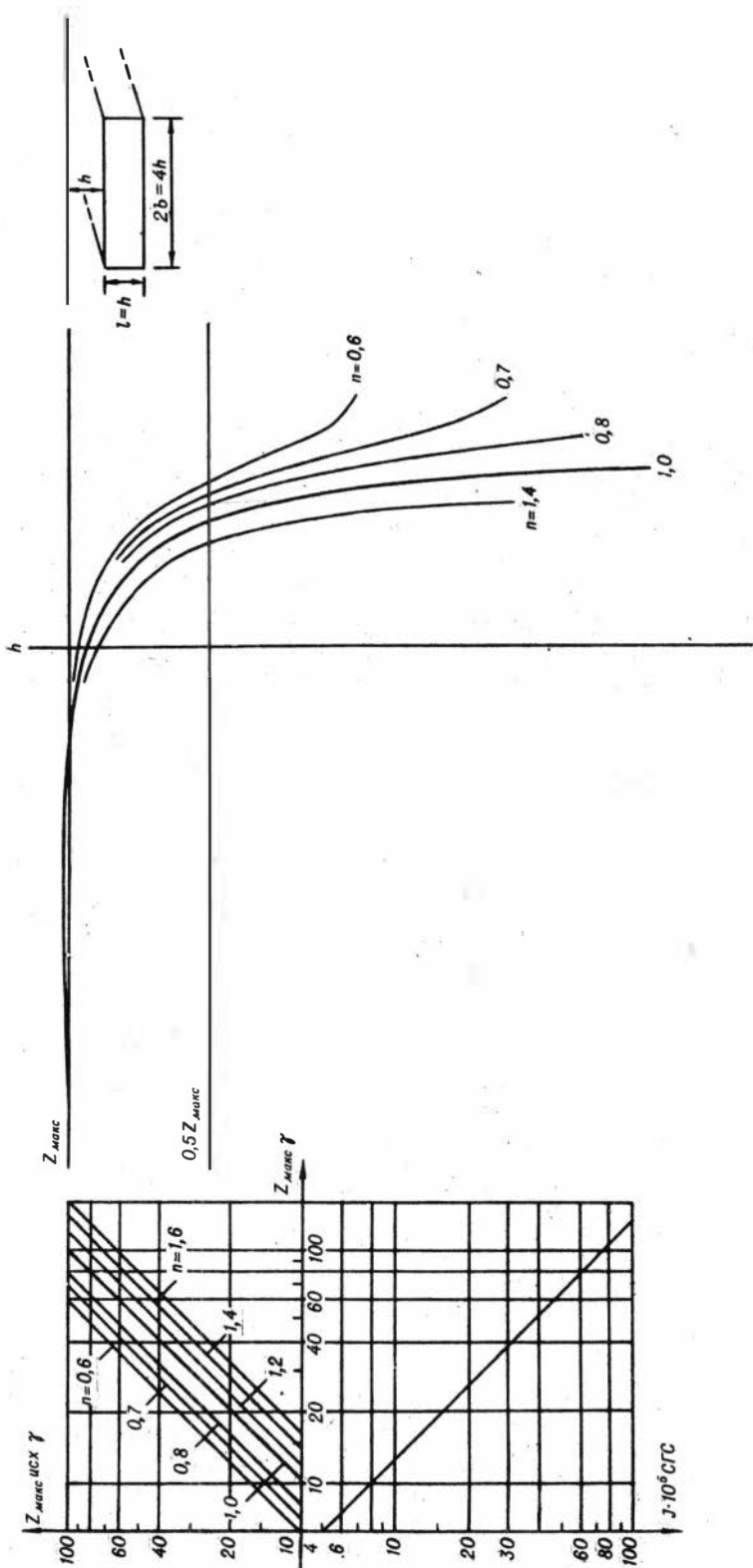


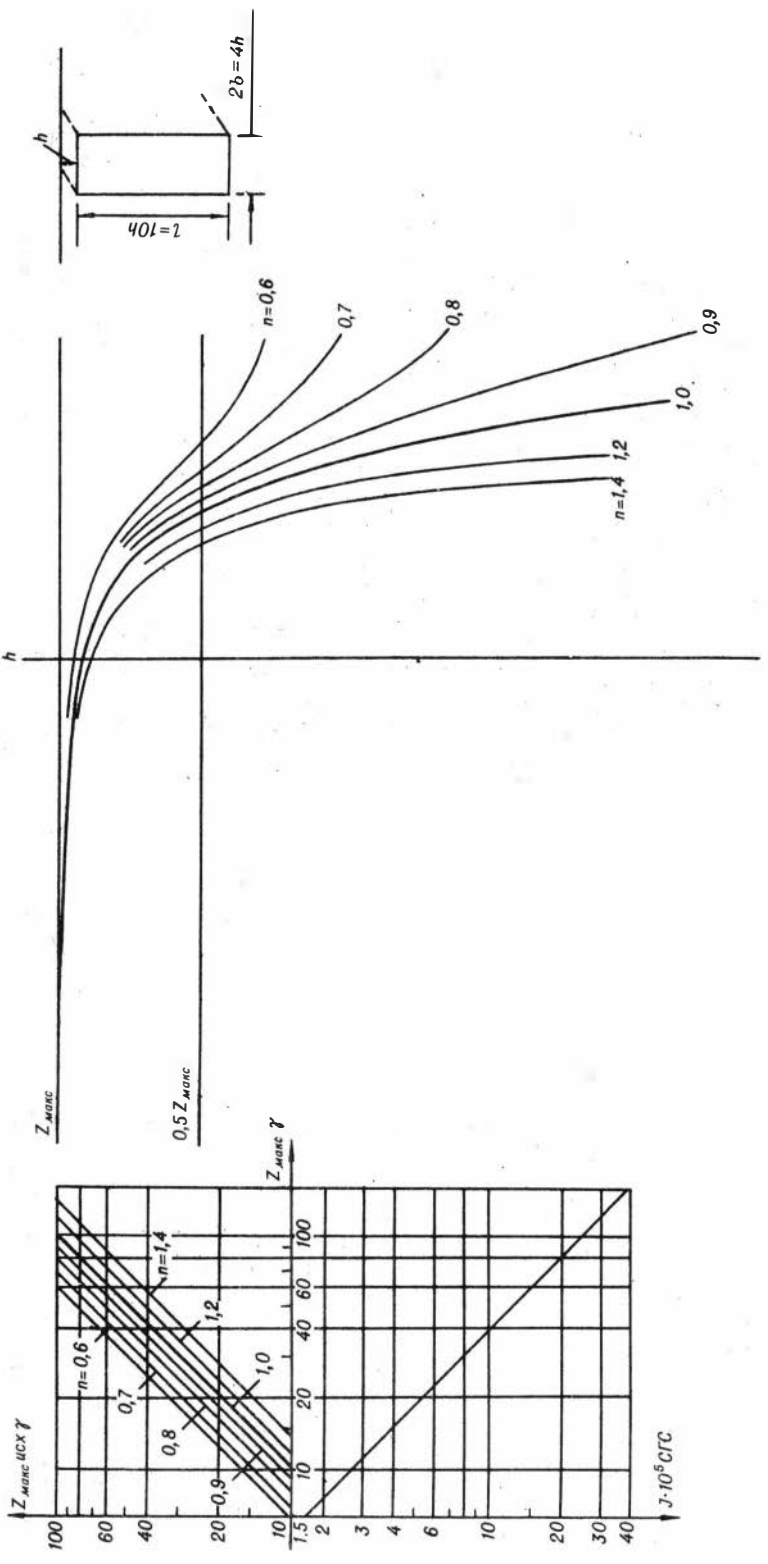
$J \cdot 10^5$ СГС

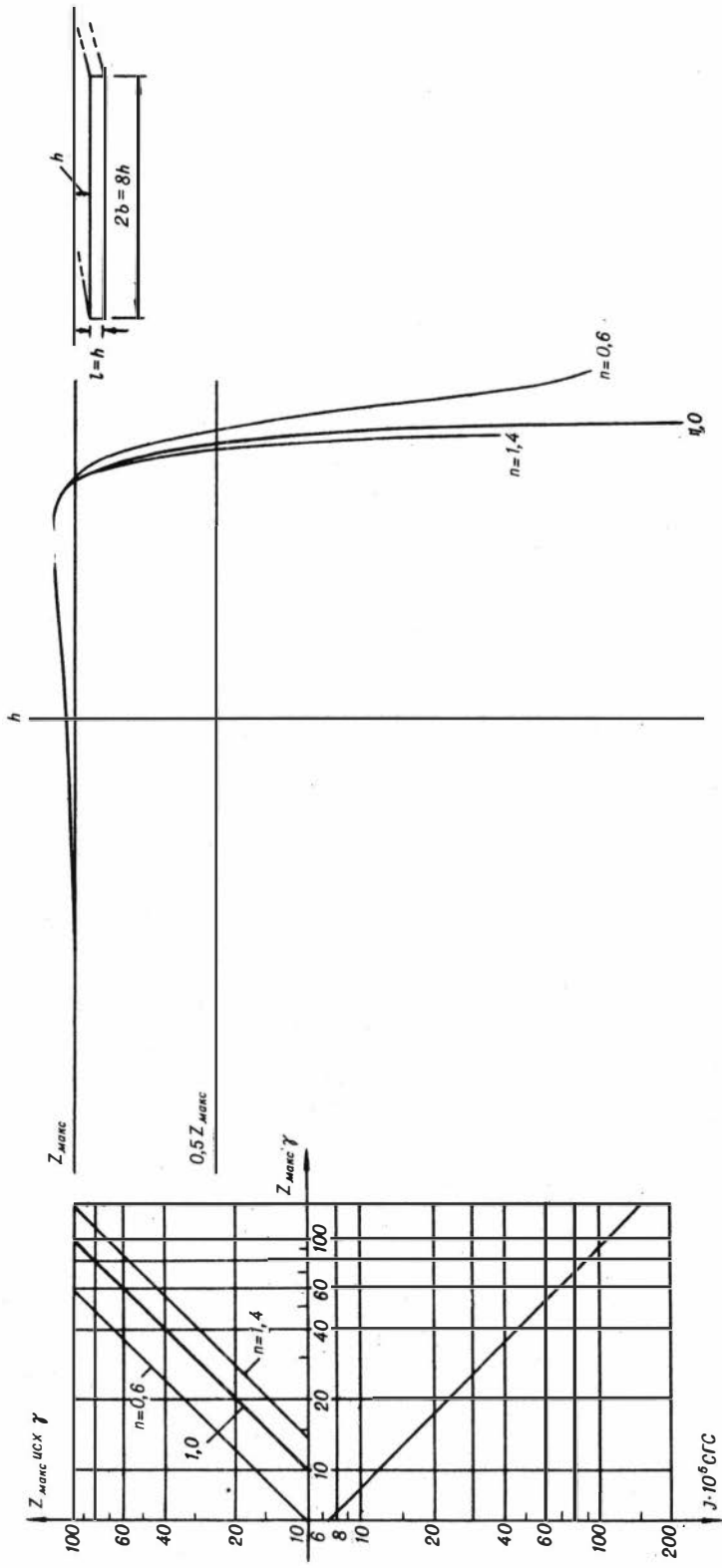


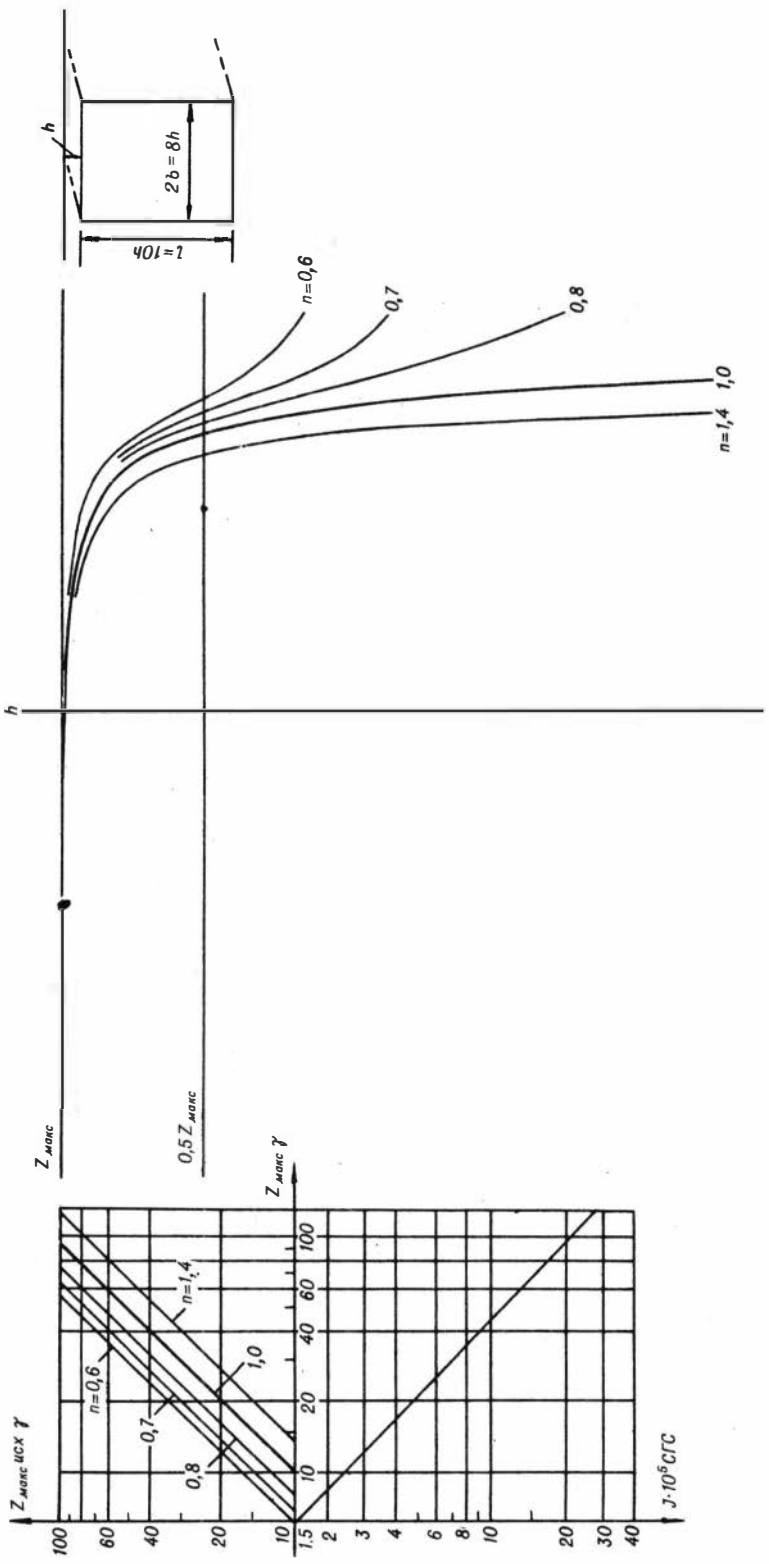




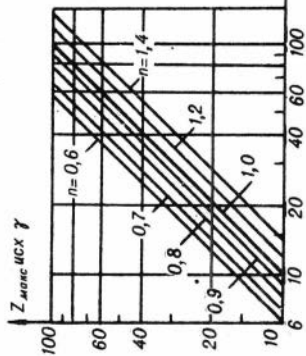
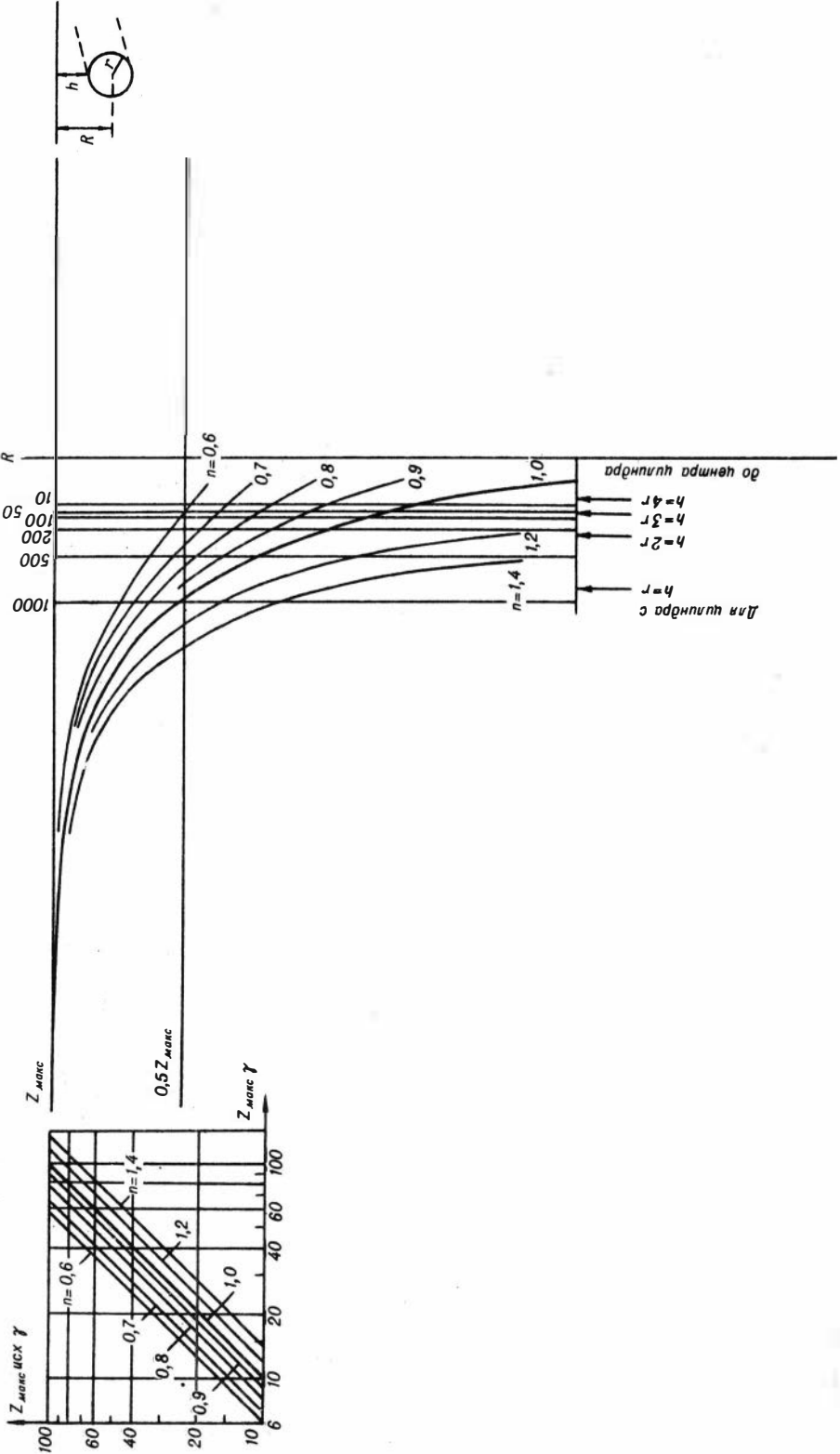


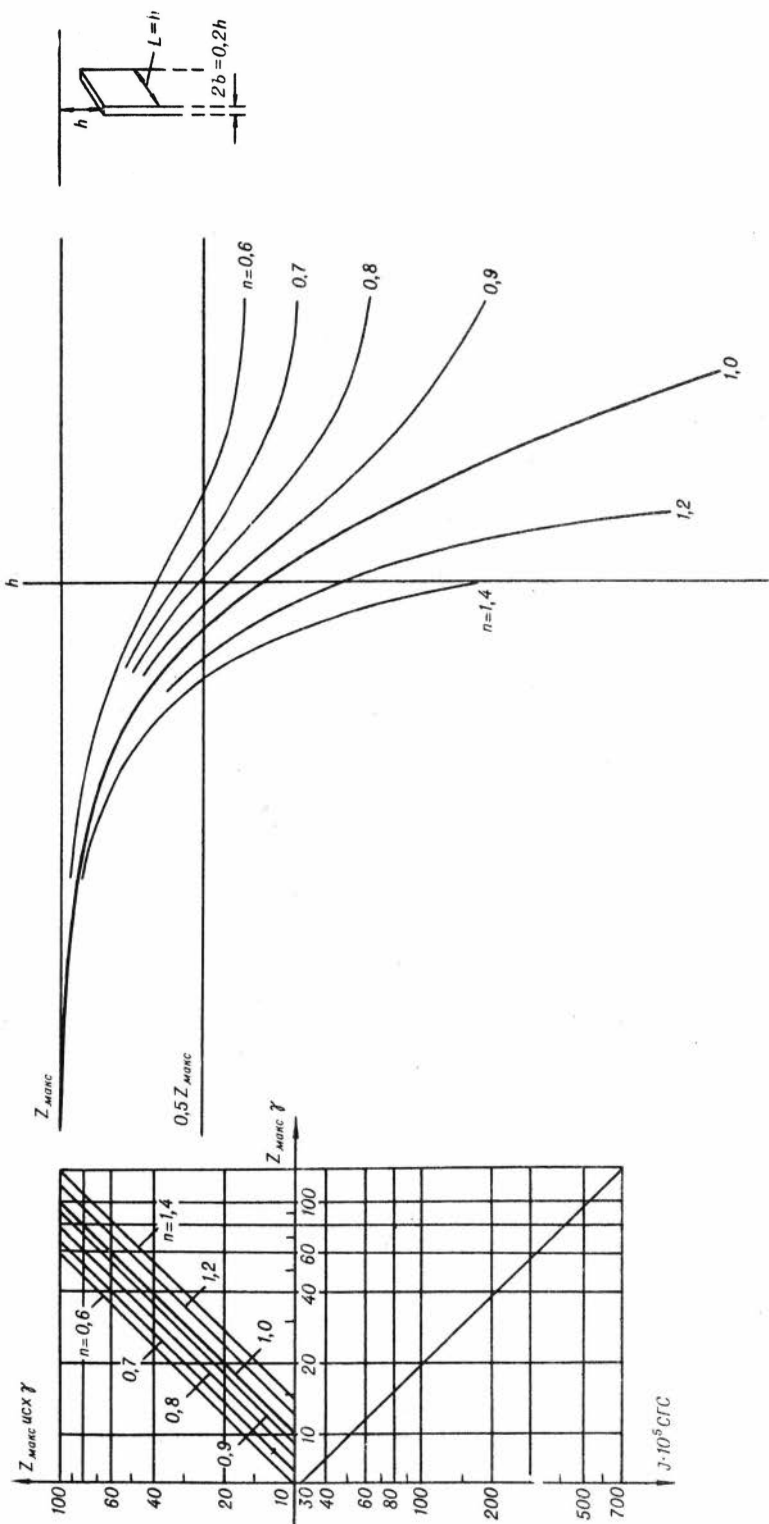


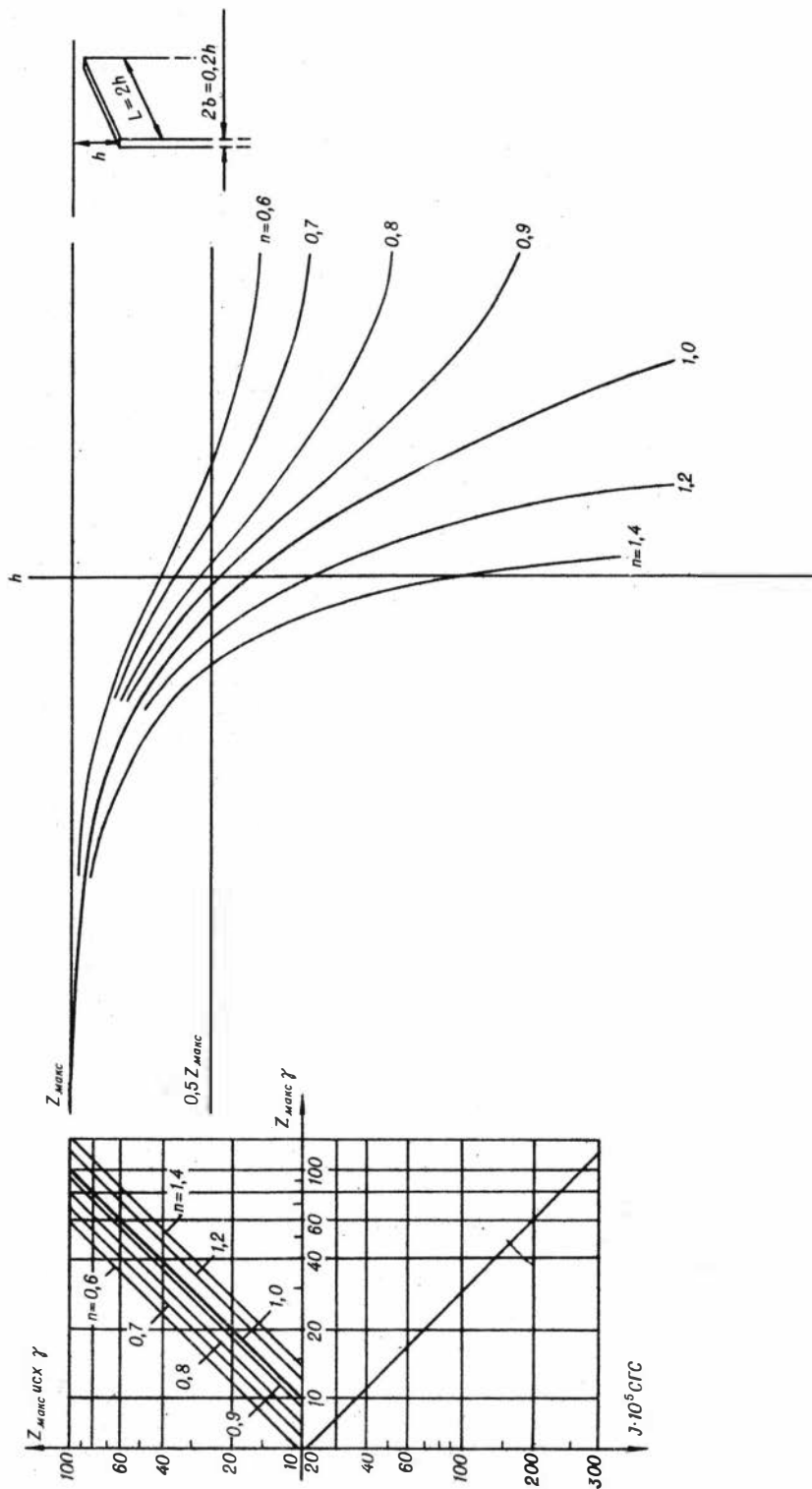


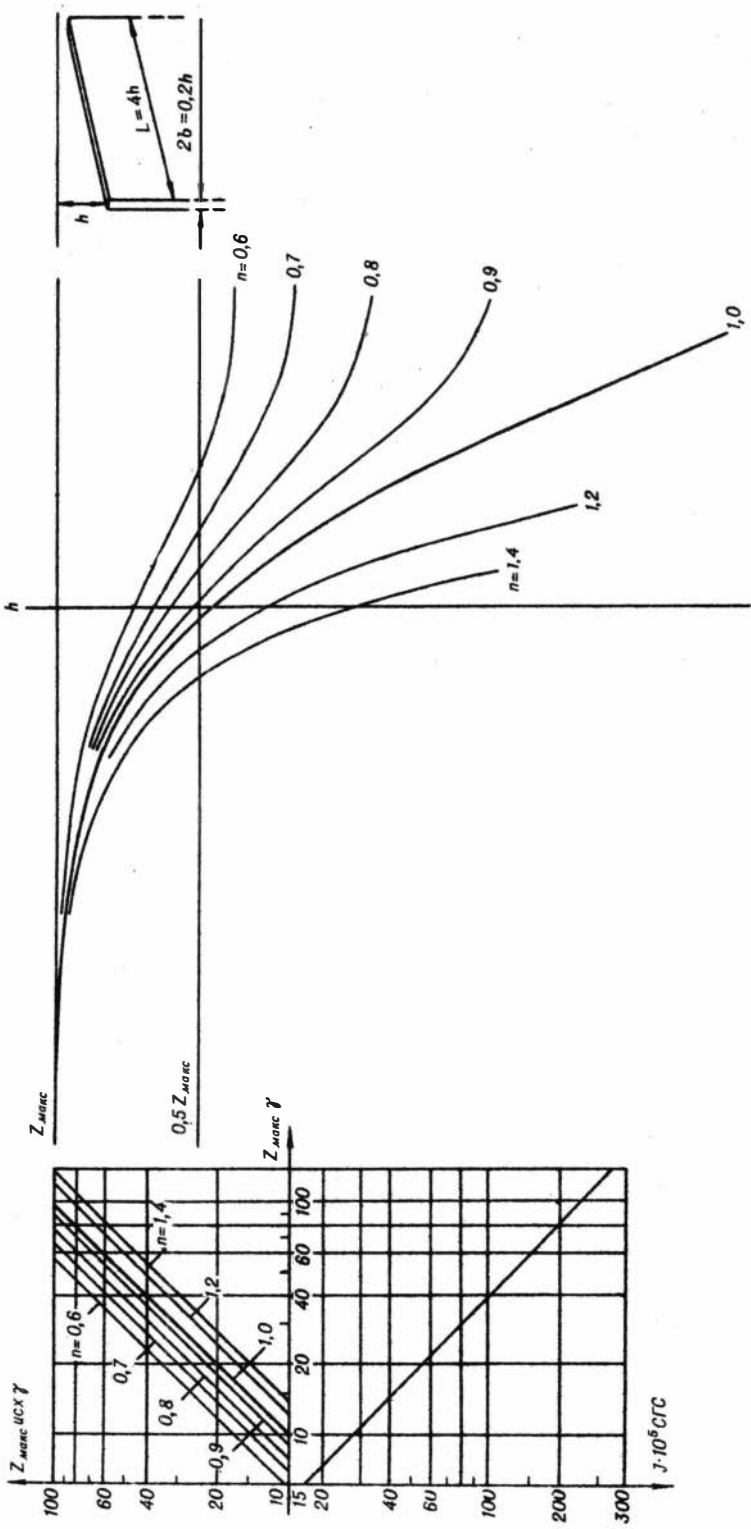


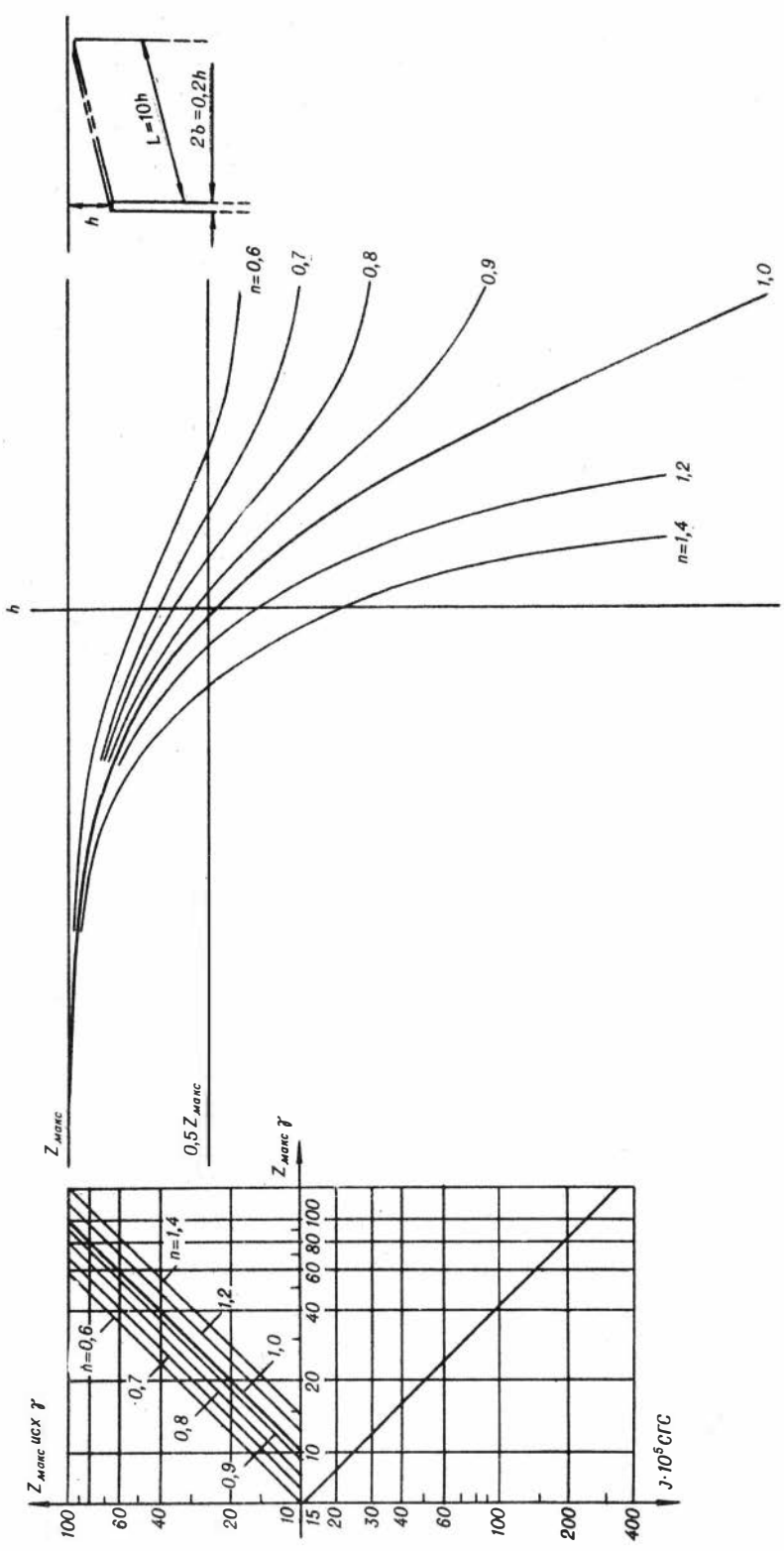
Линии h при $Z_{\text{макс}}$ (в γ) равном:

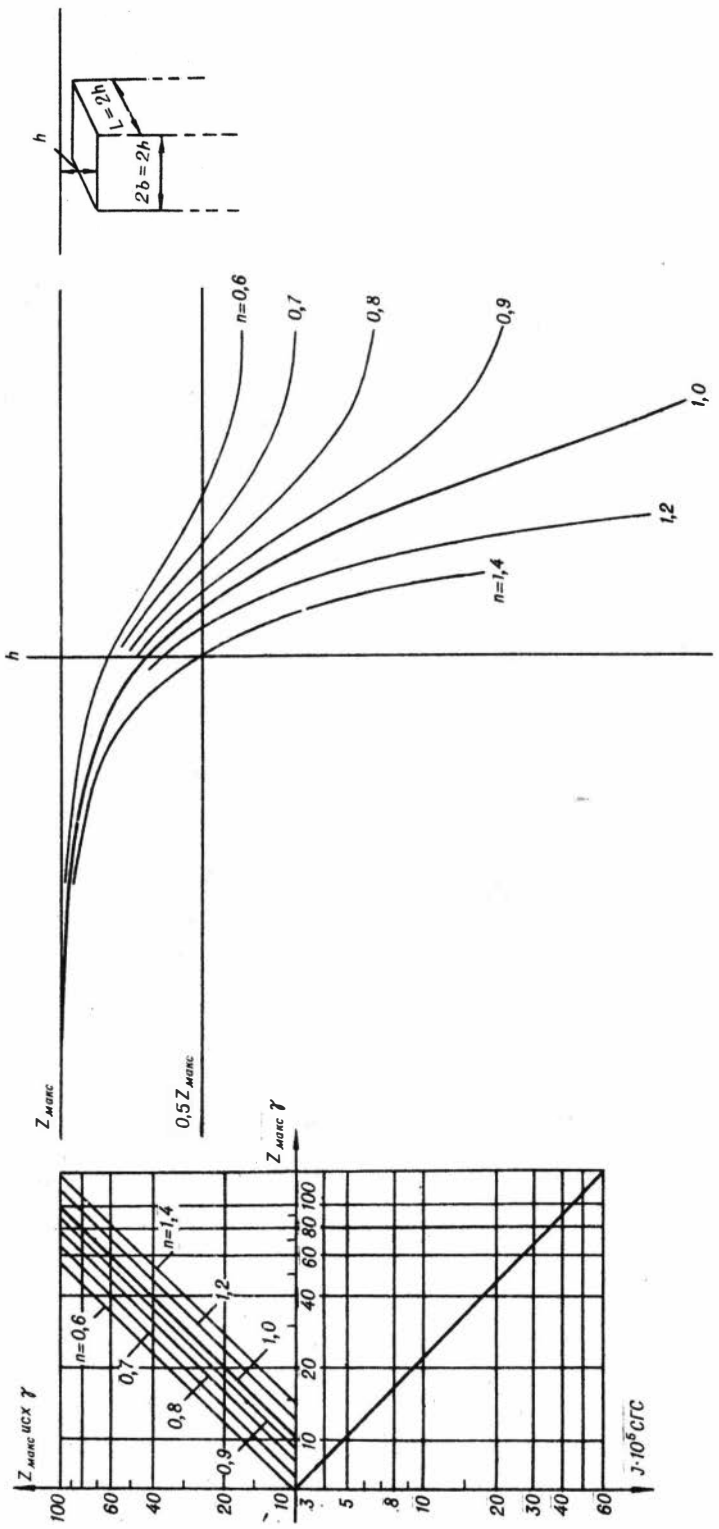


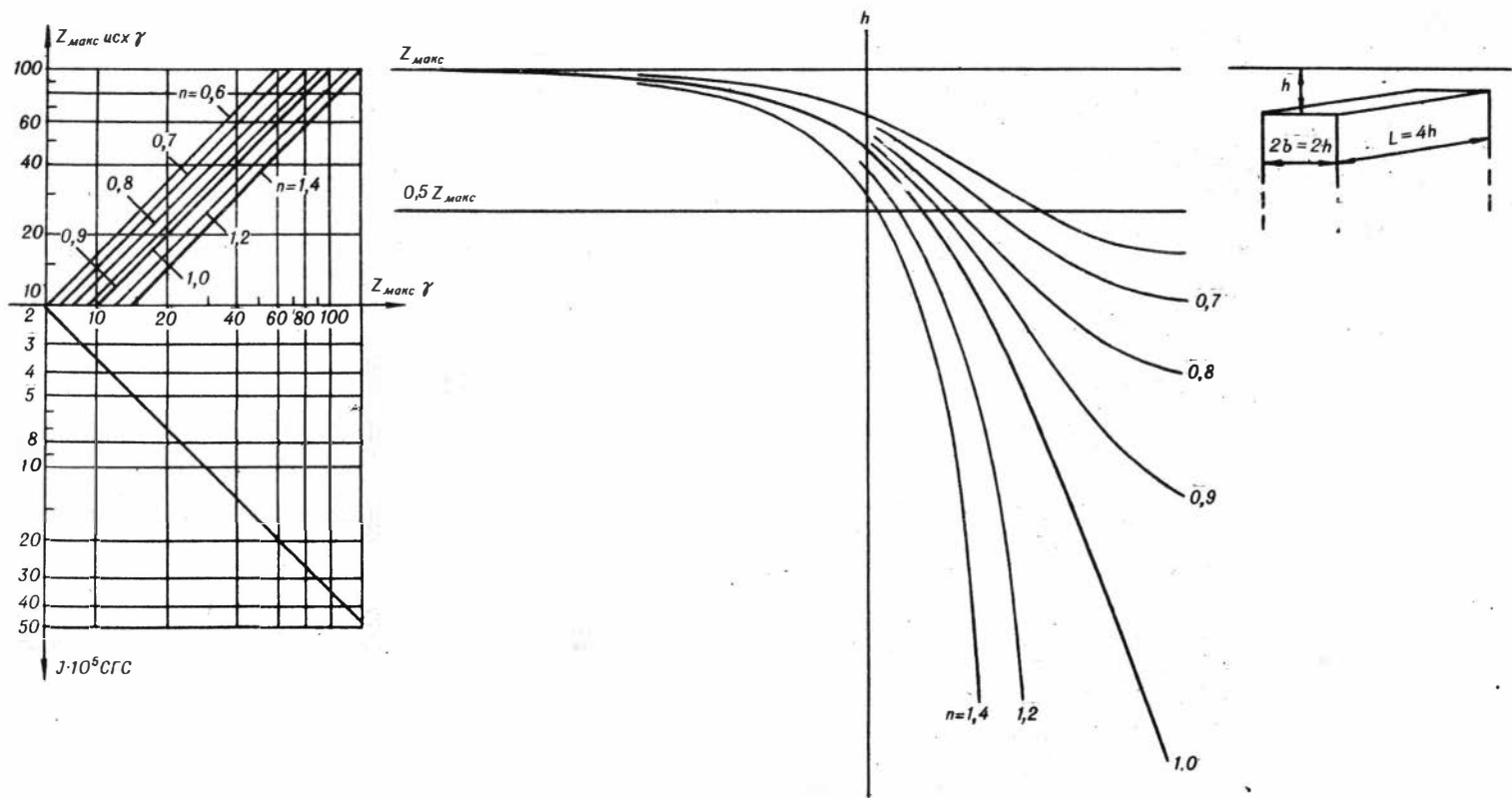


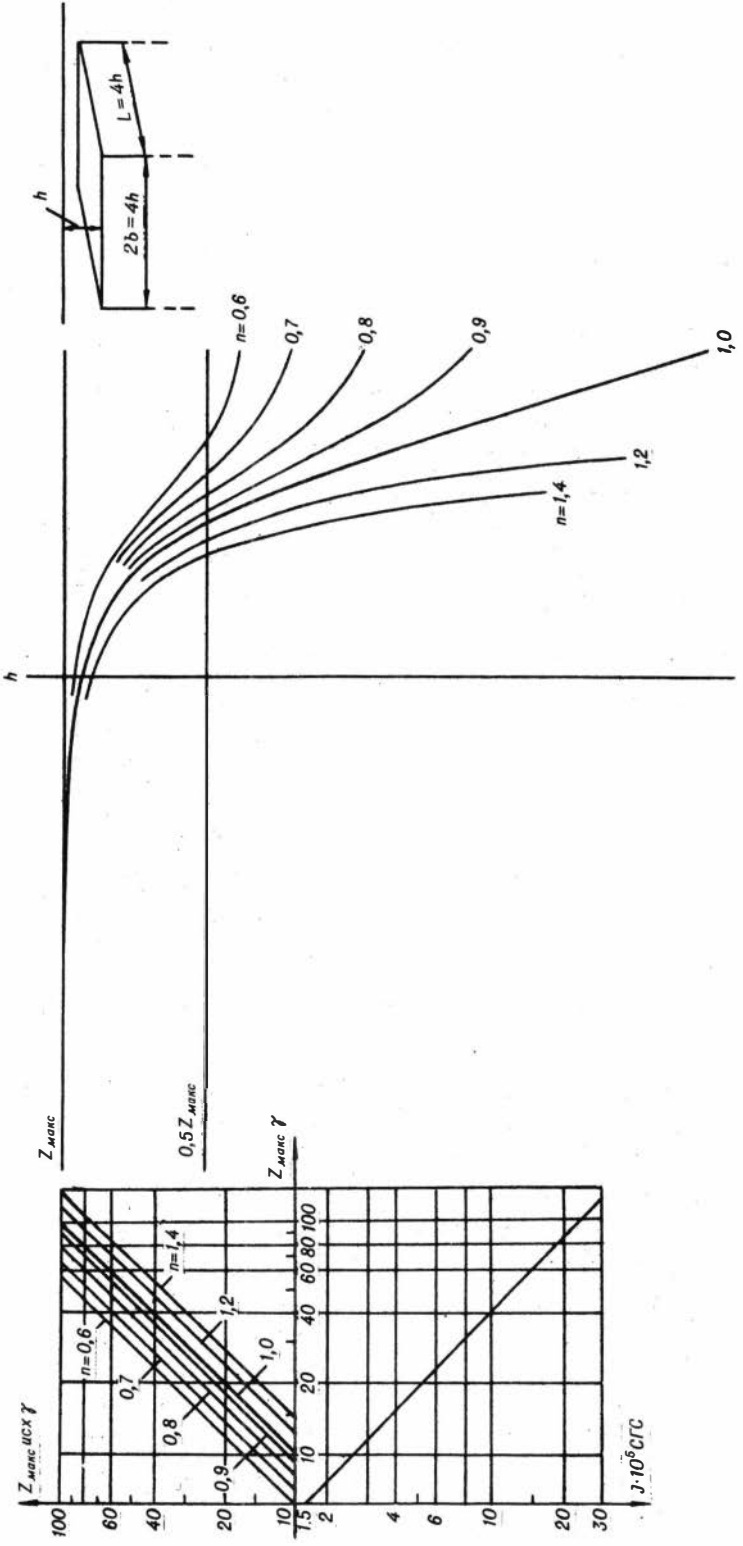


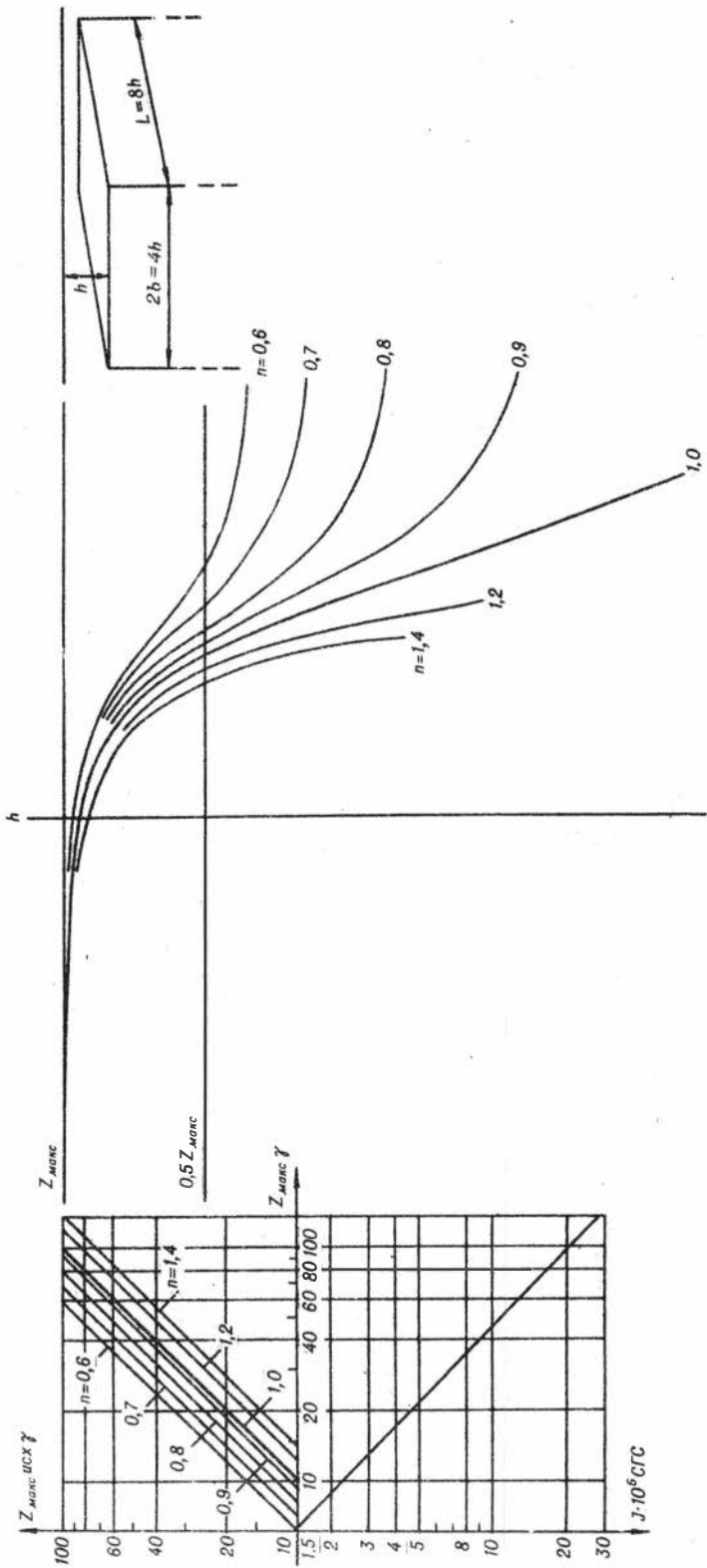


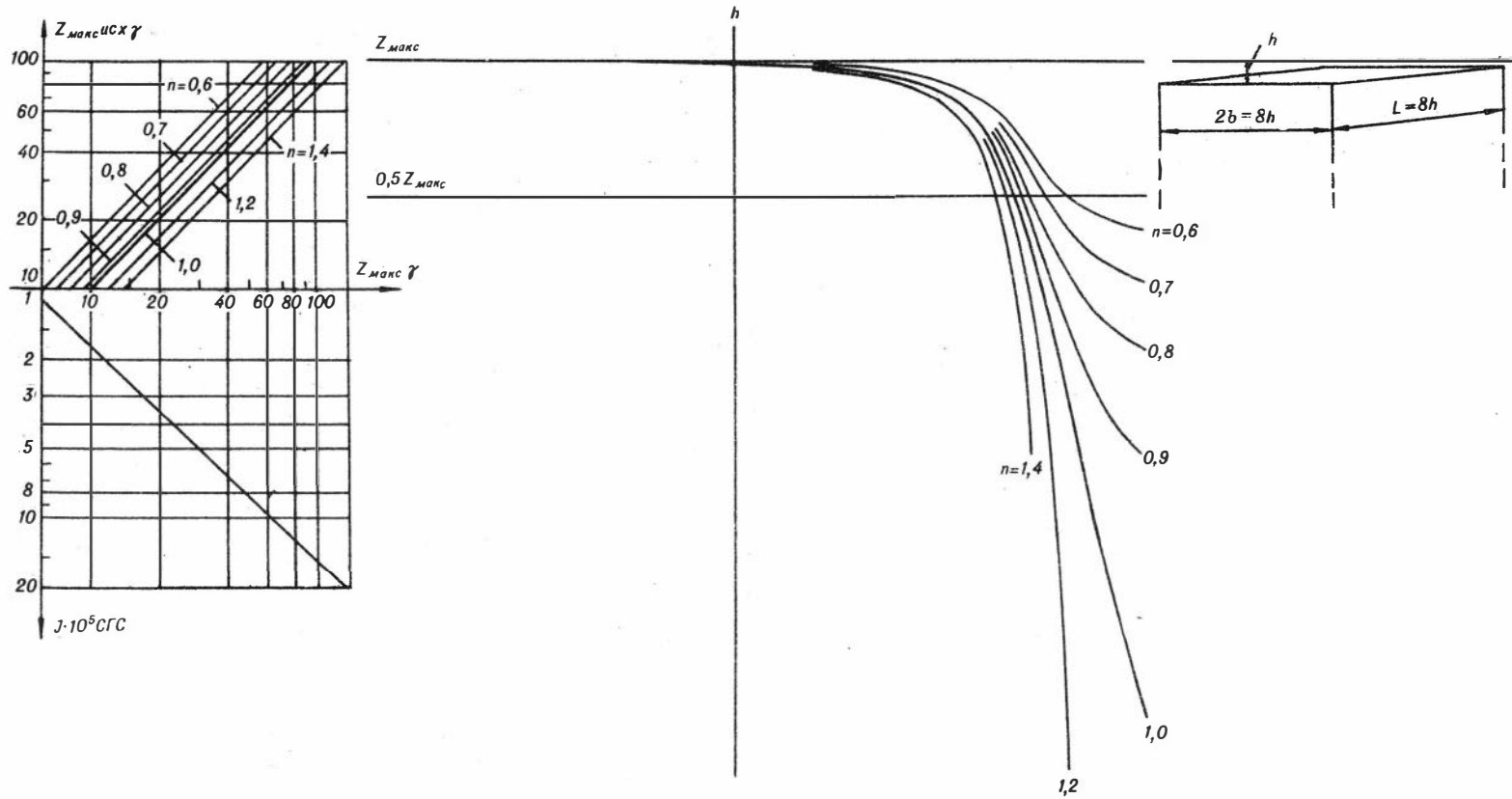


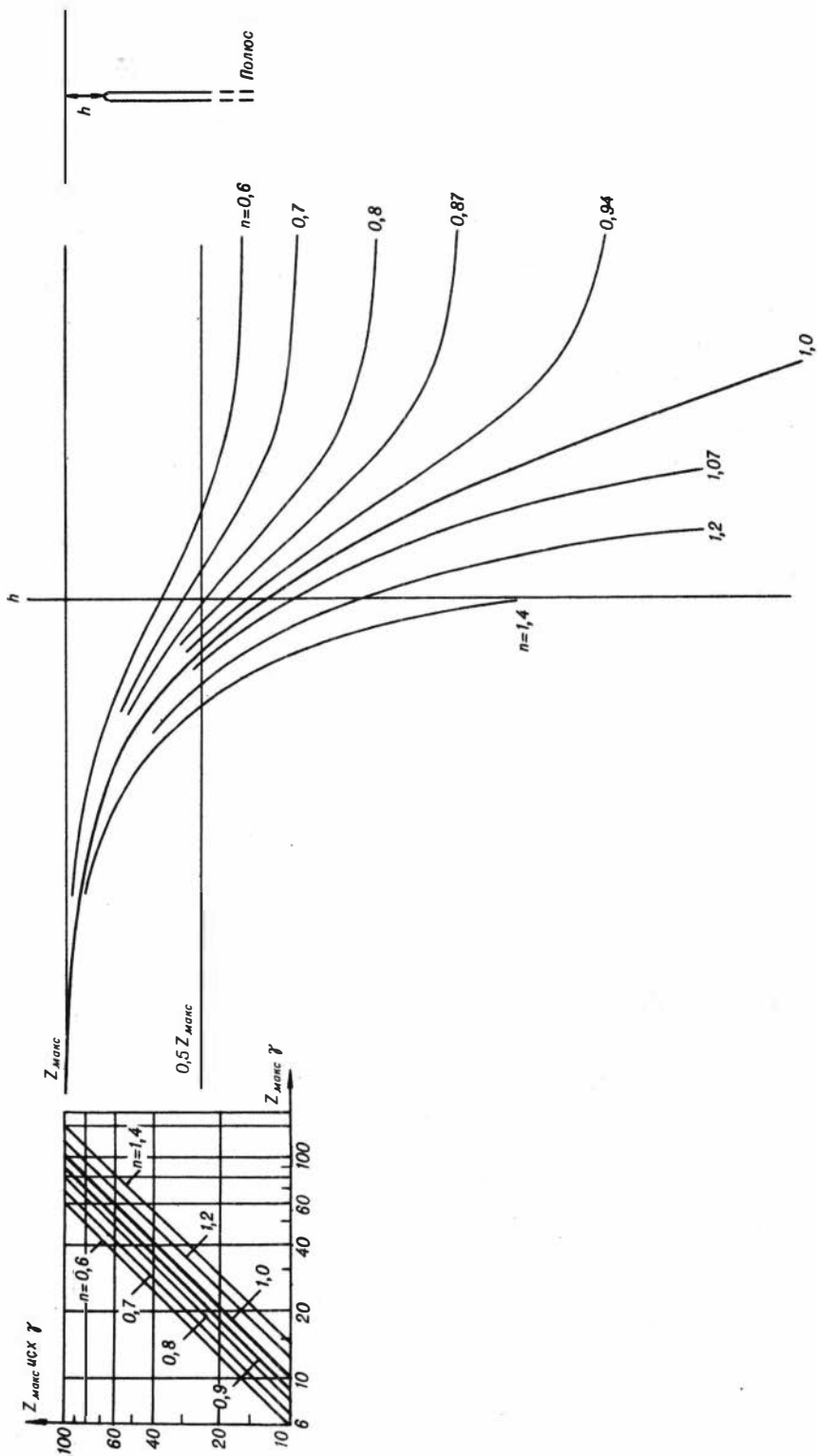


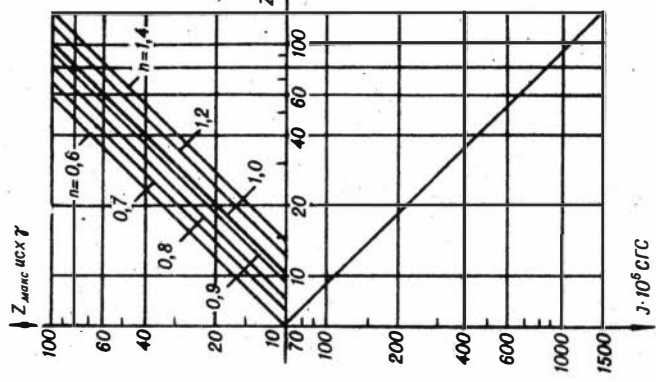
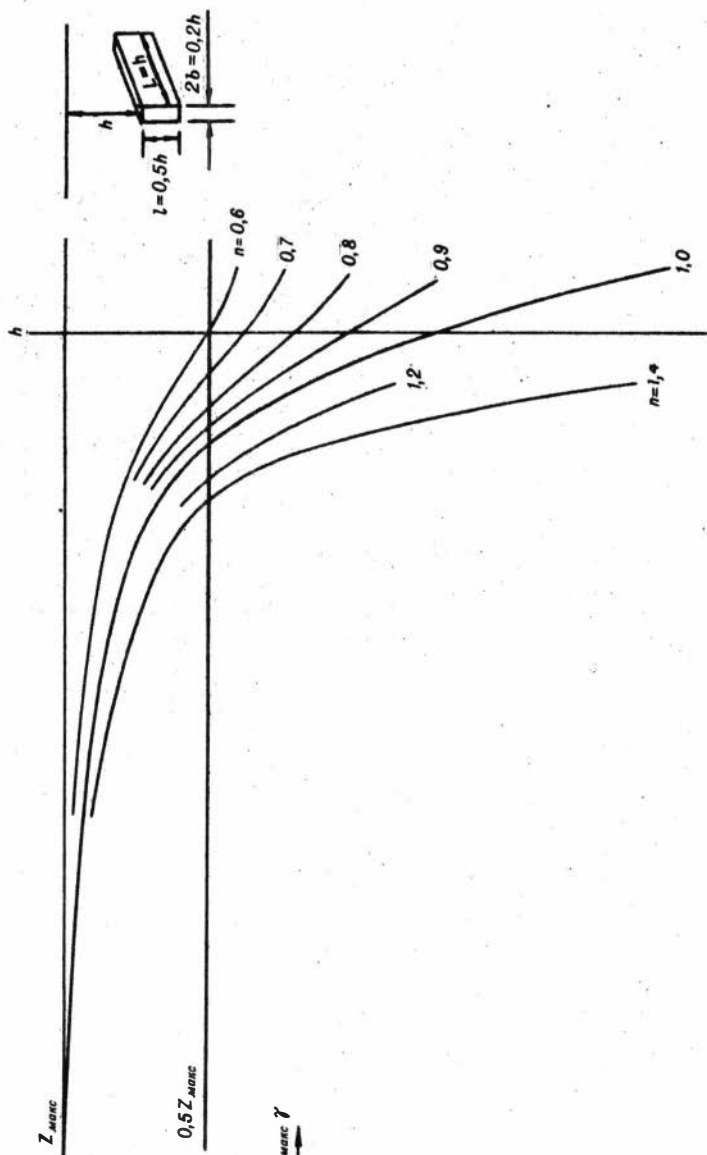


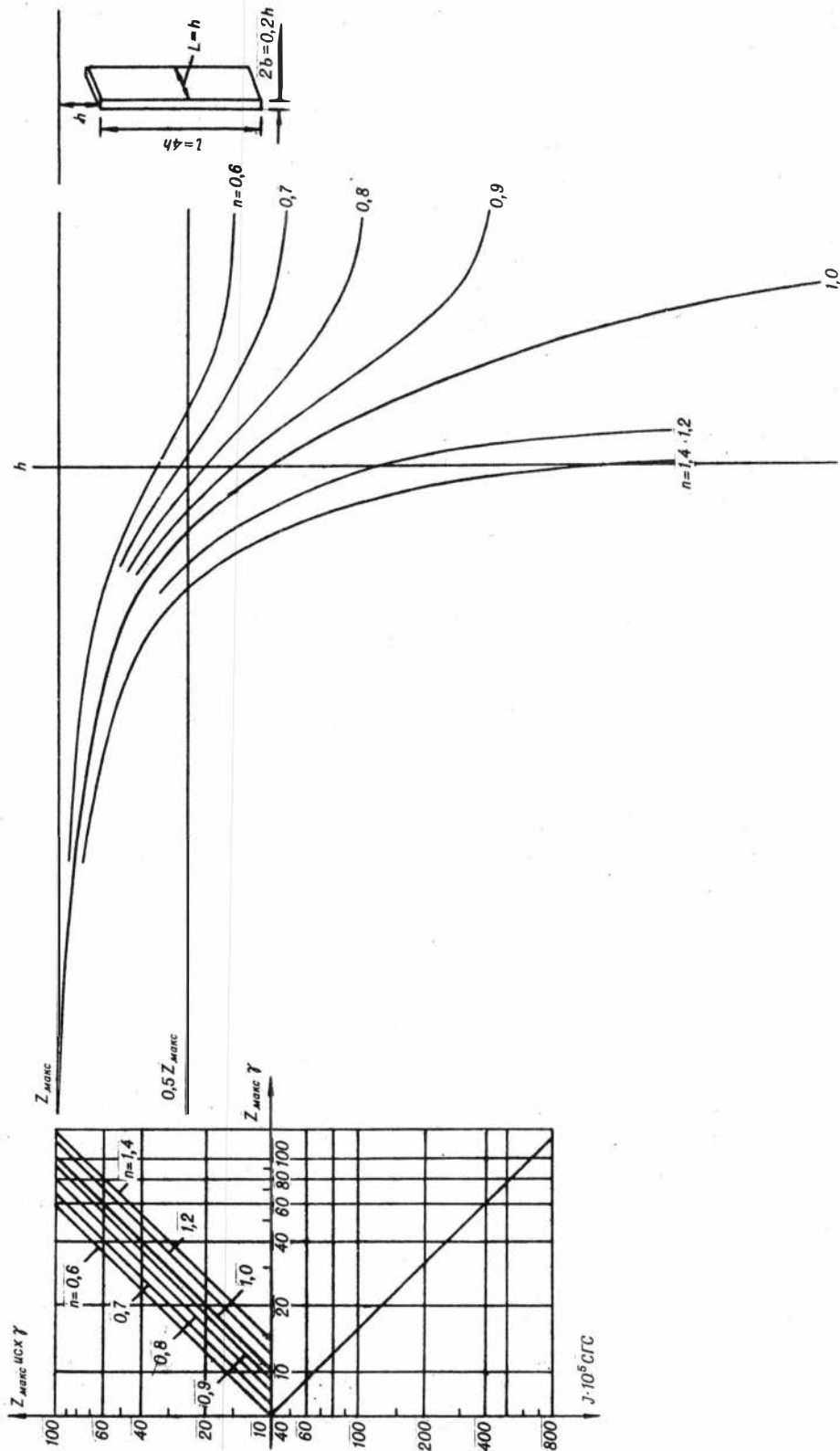


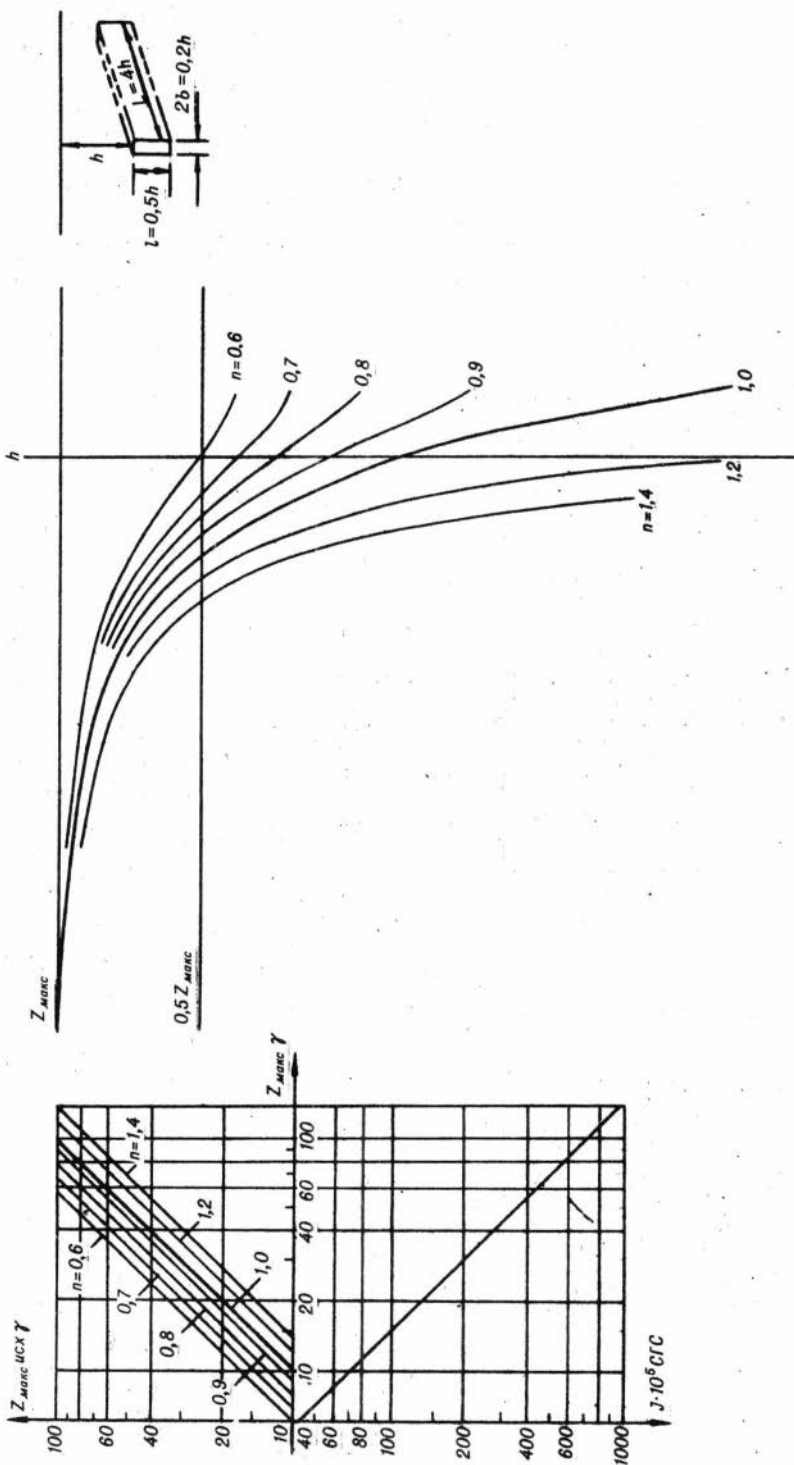


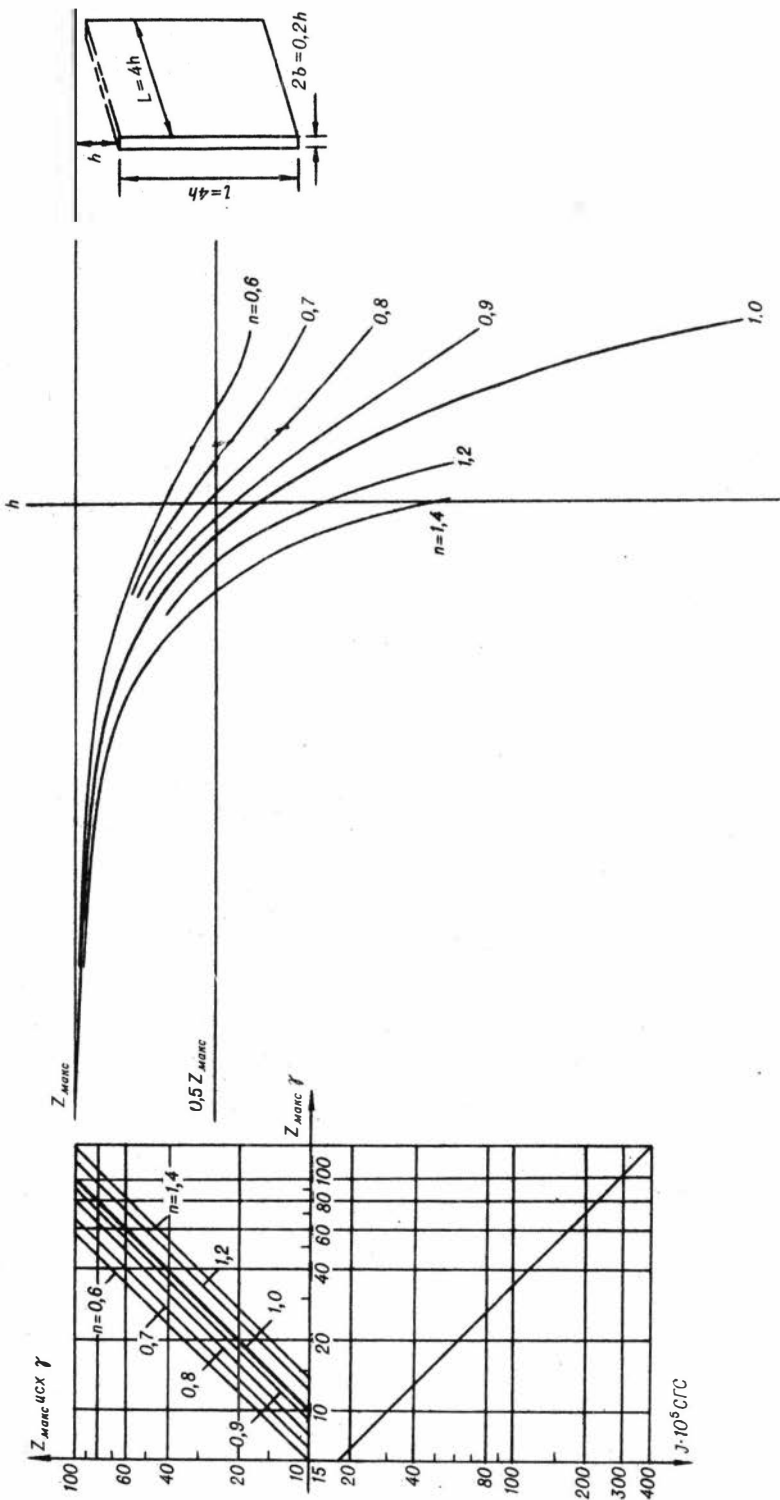


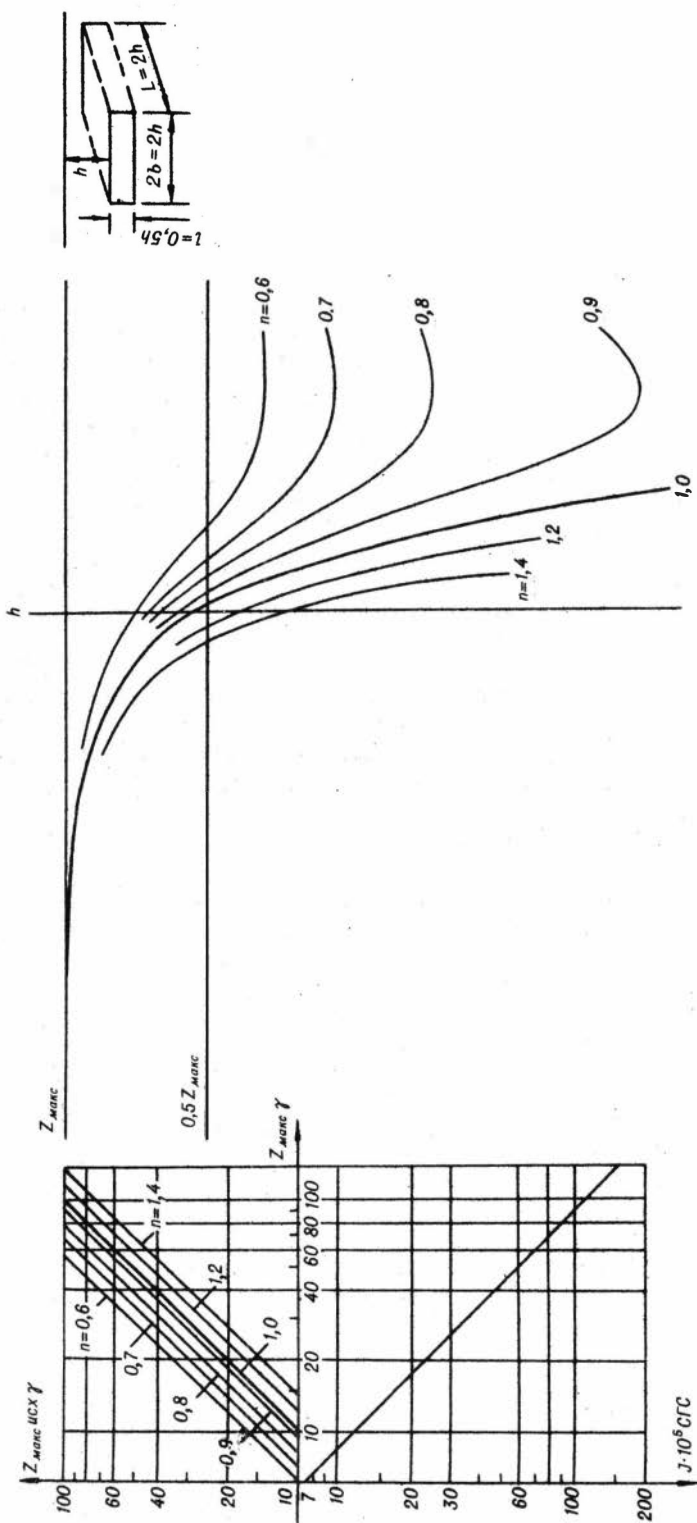


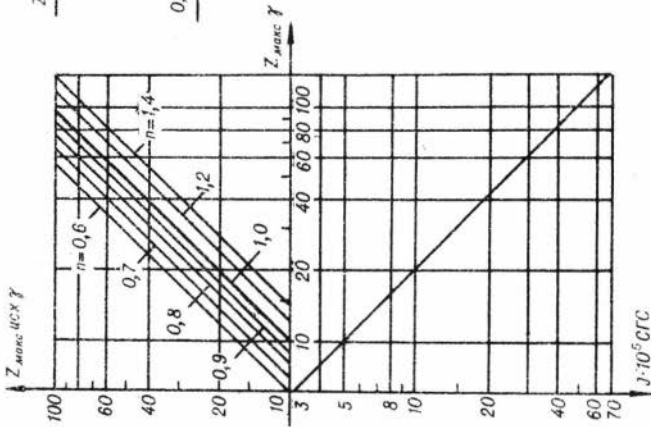
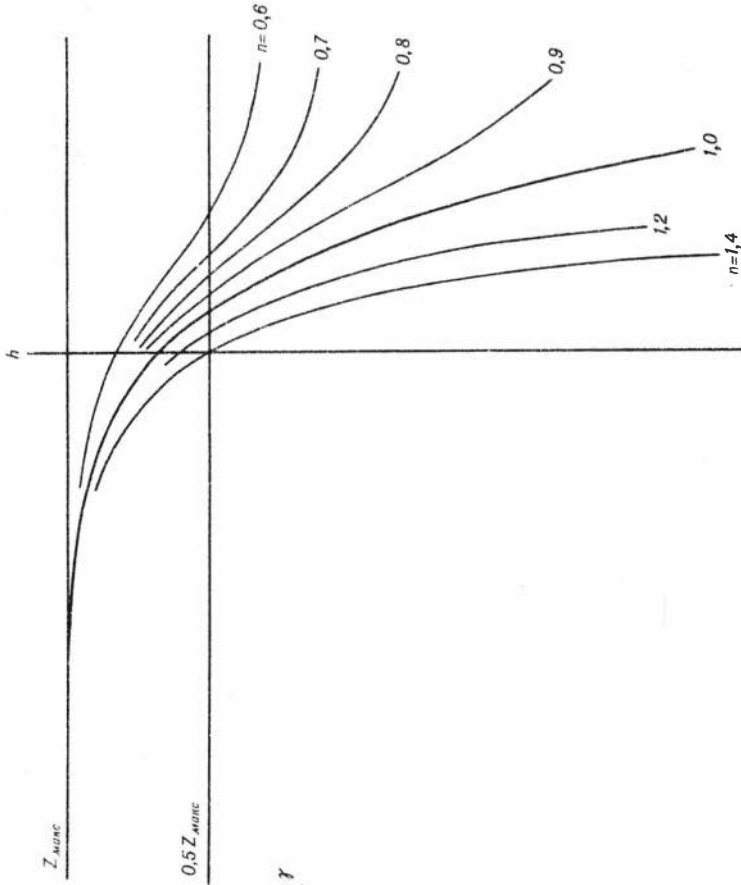
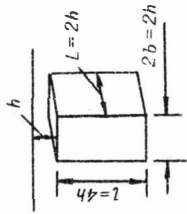


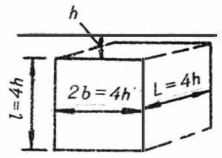
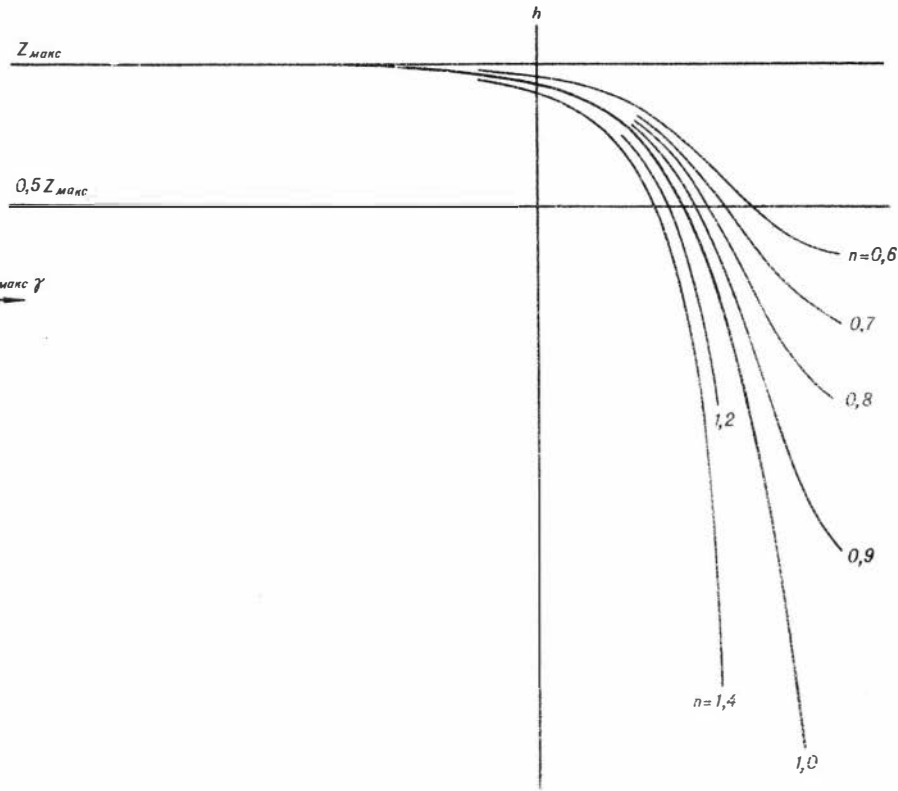
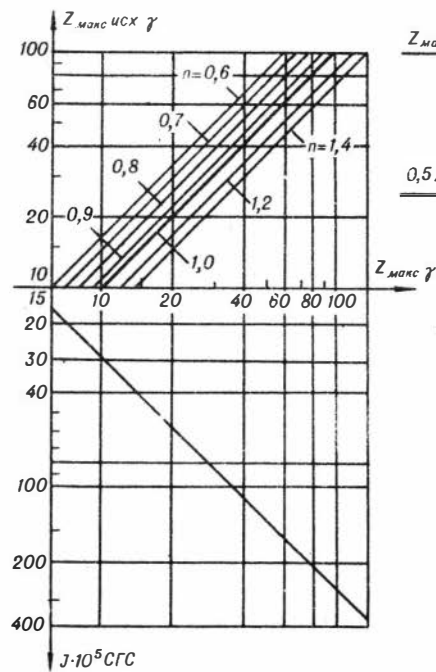




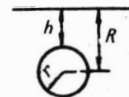
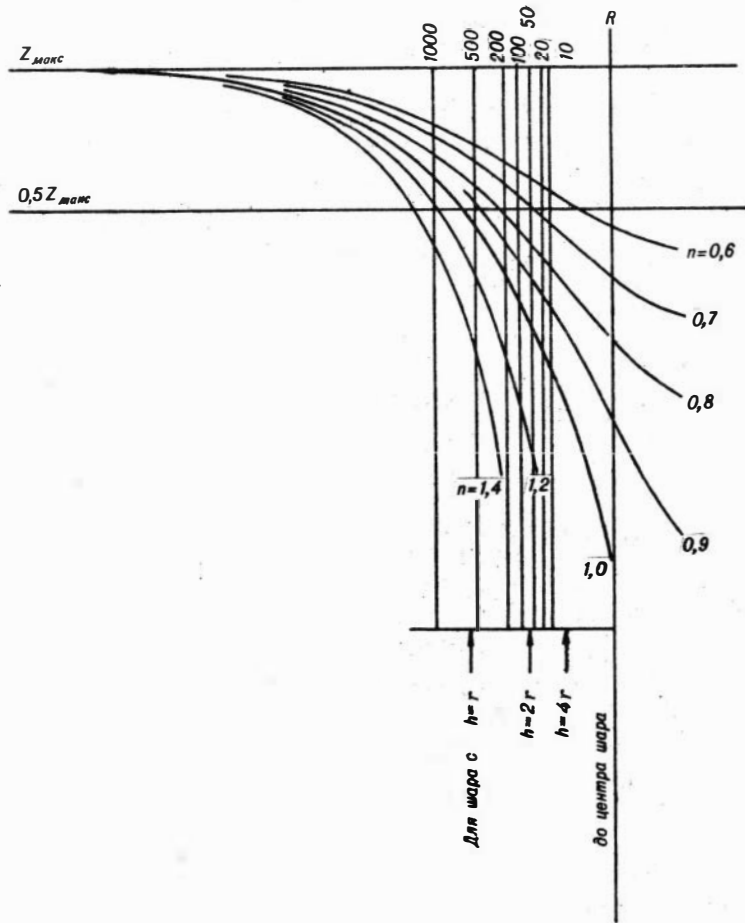
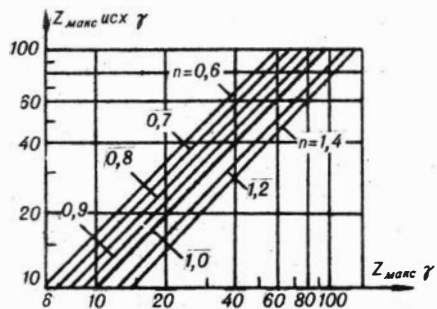


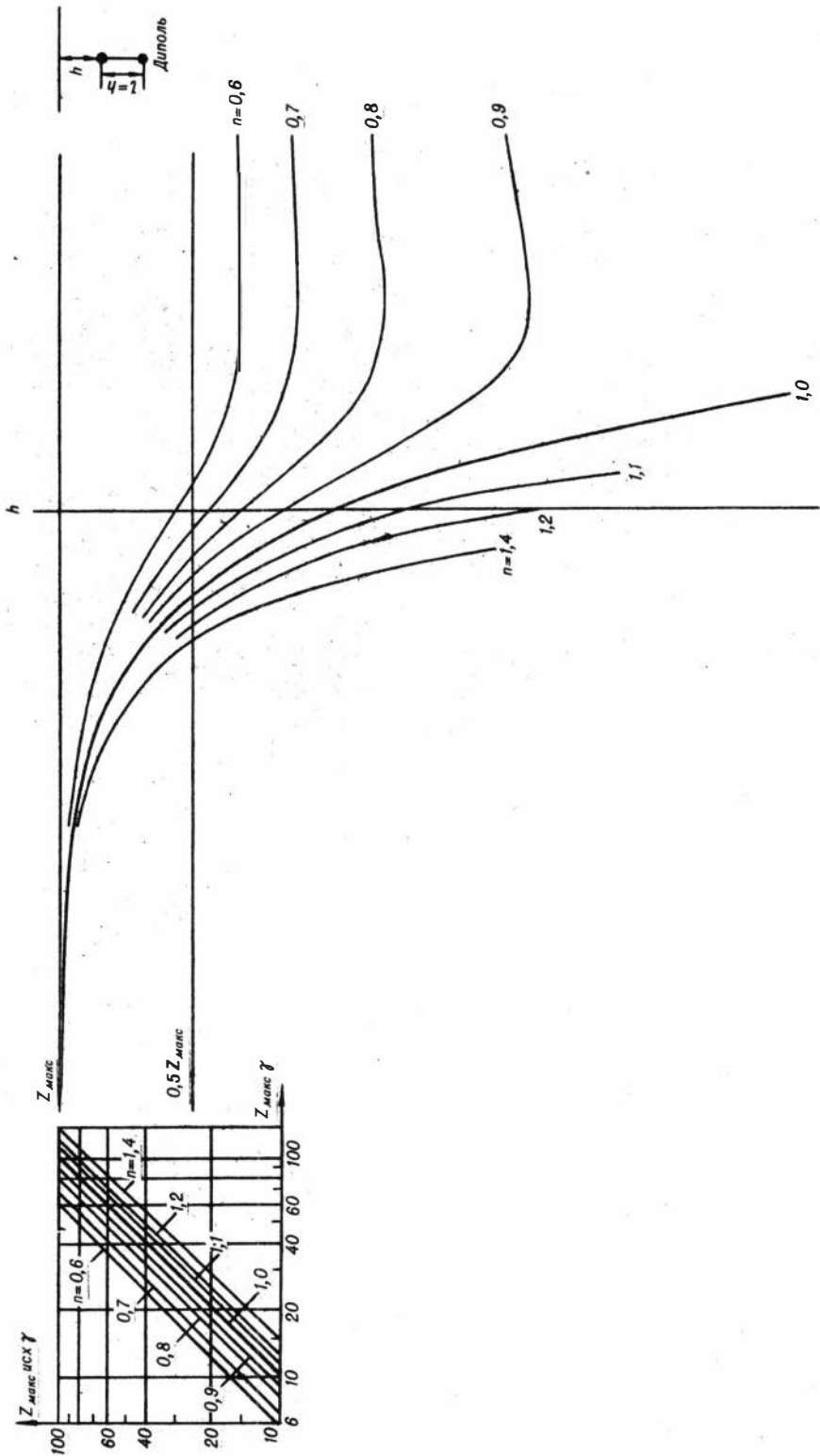


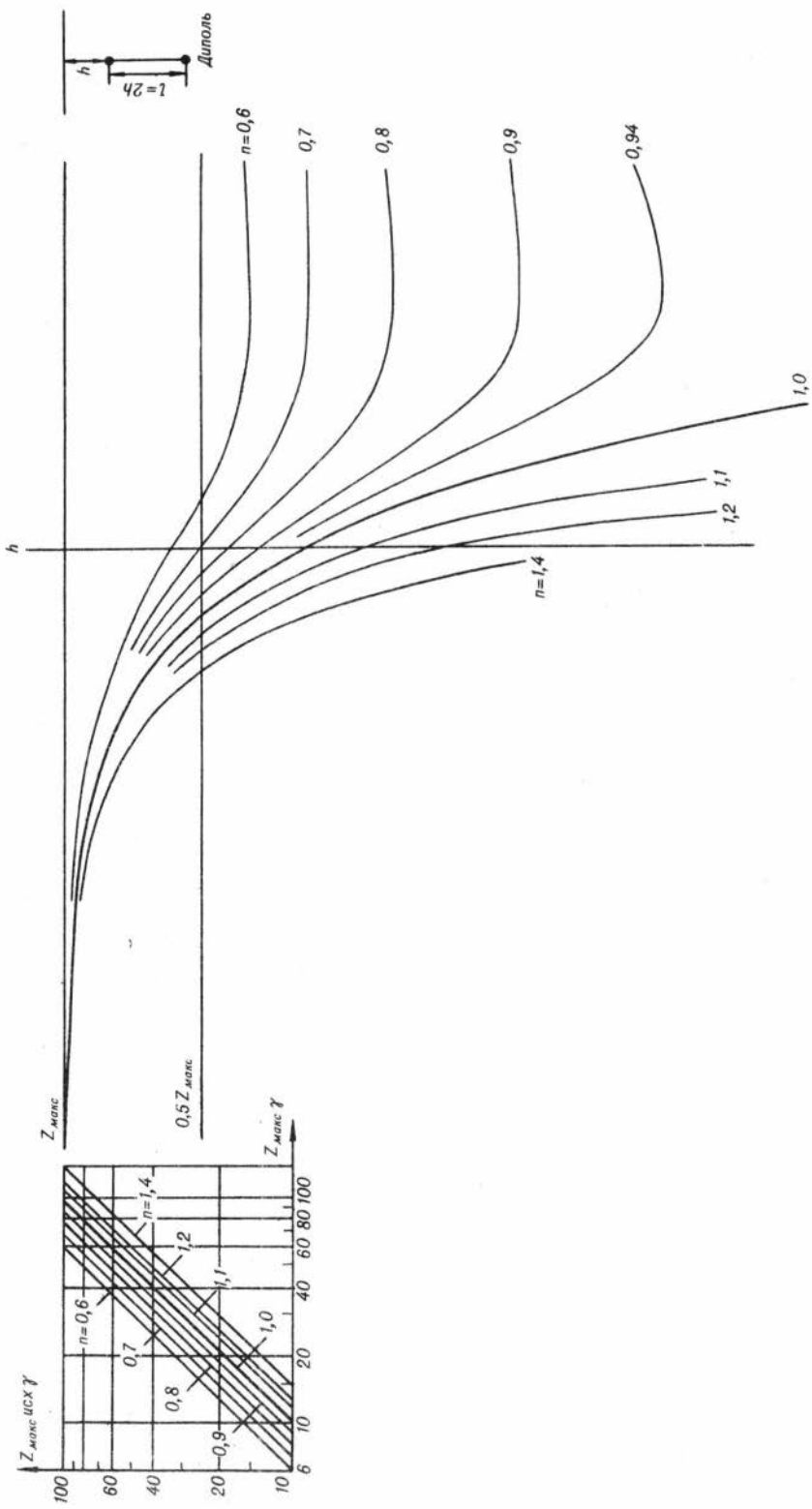


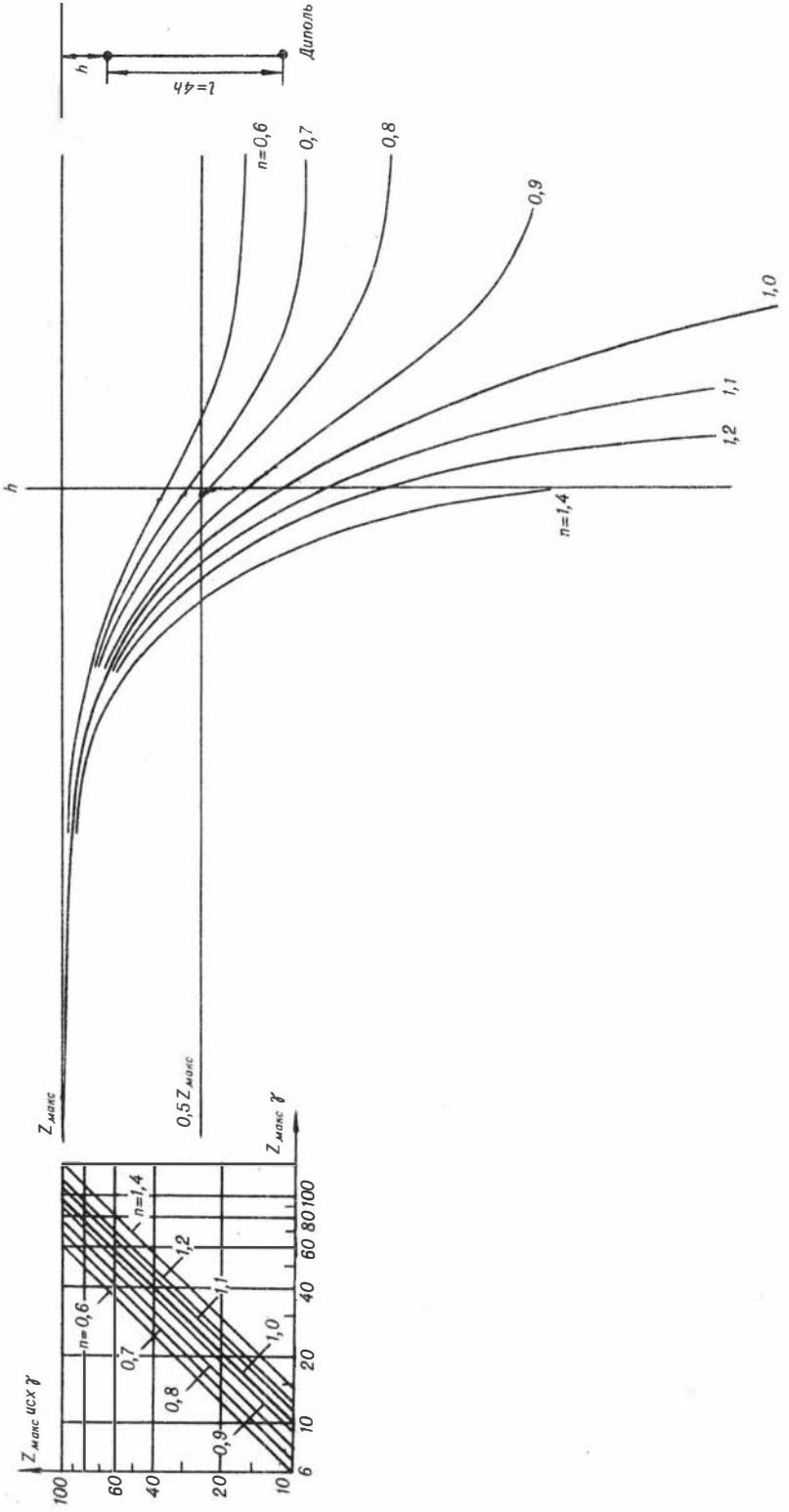


Линии h при $Z_{\max}(\theta \gamma)$ равном:

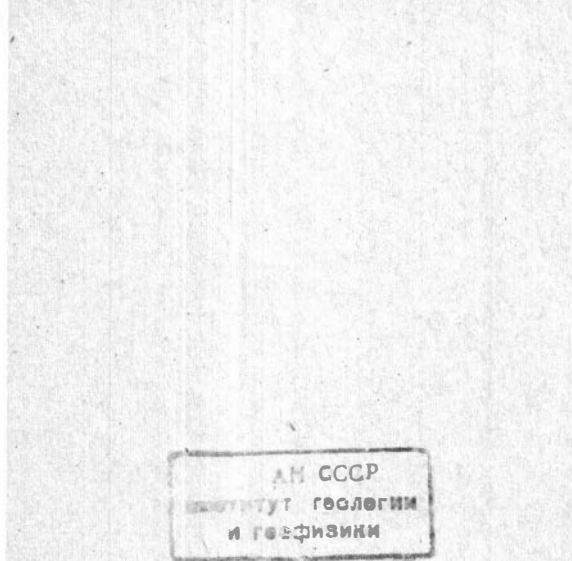


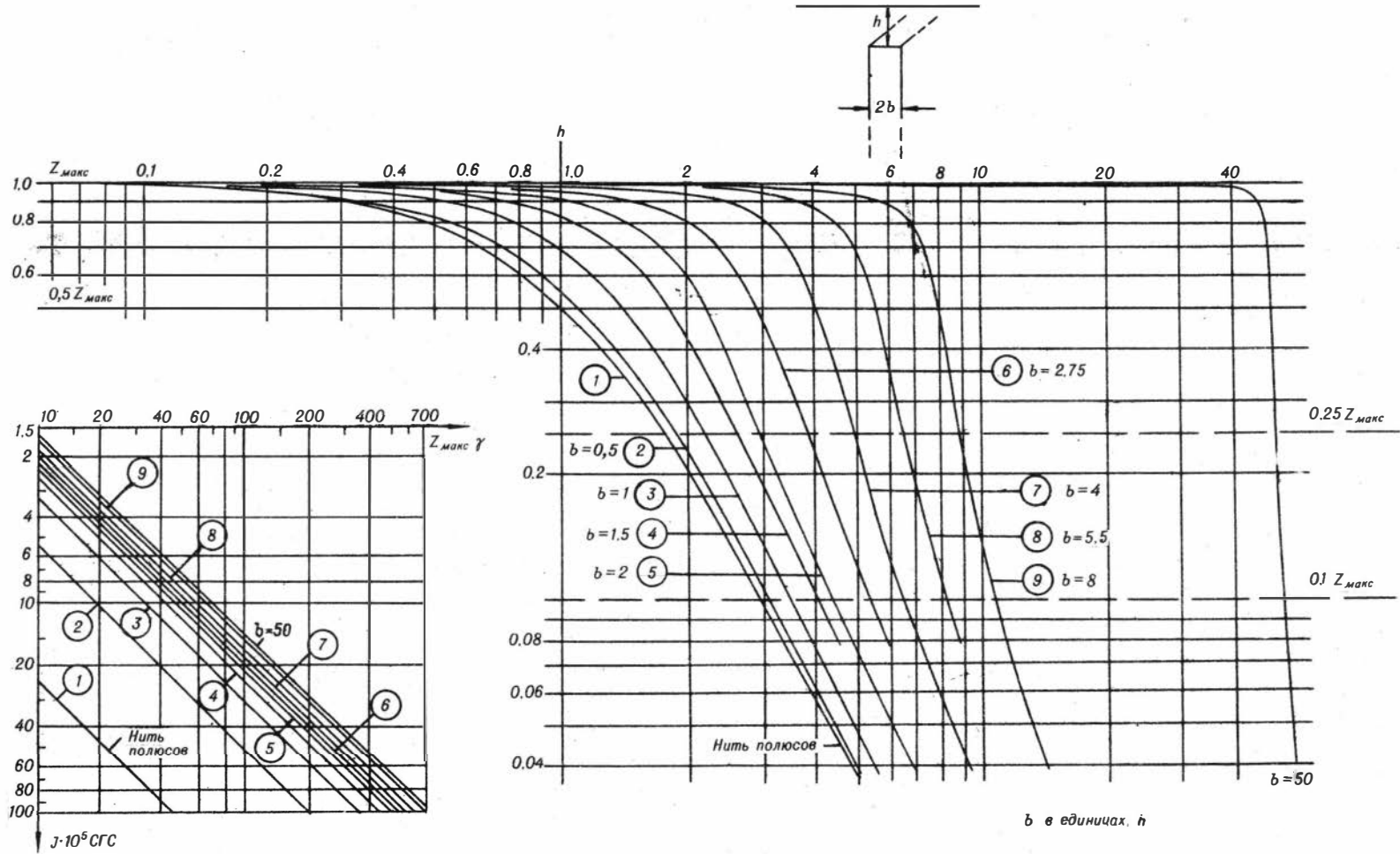


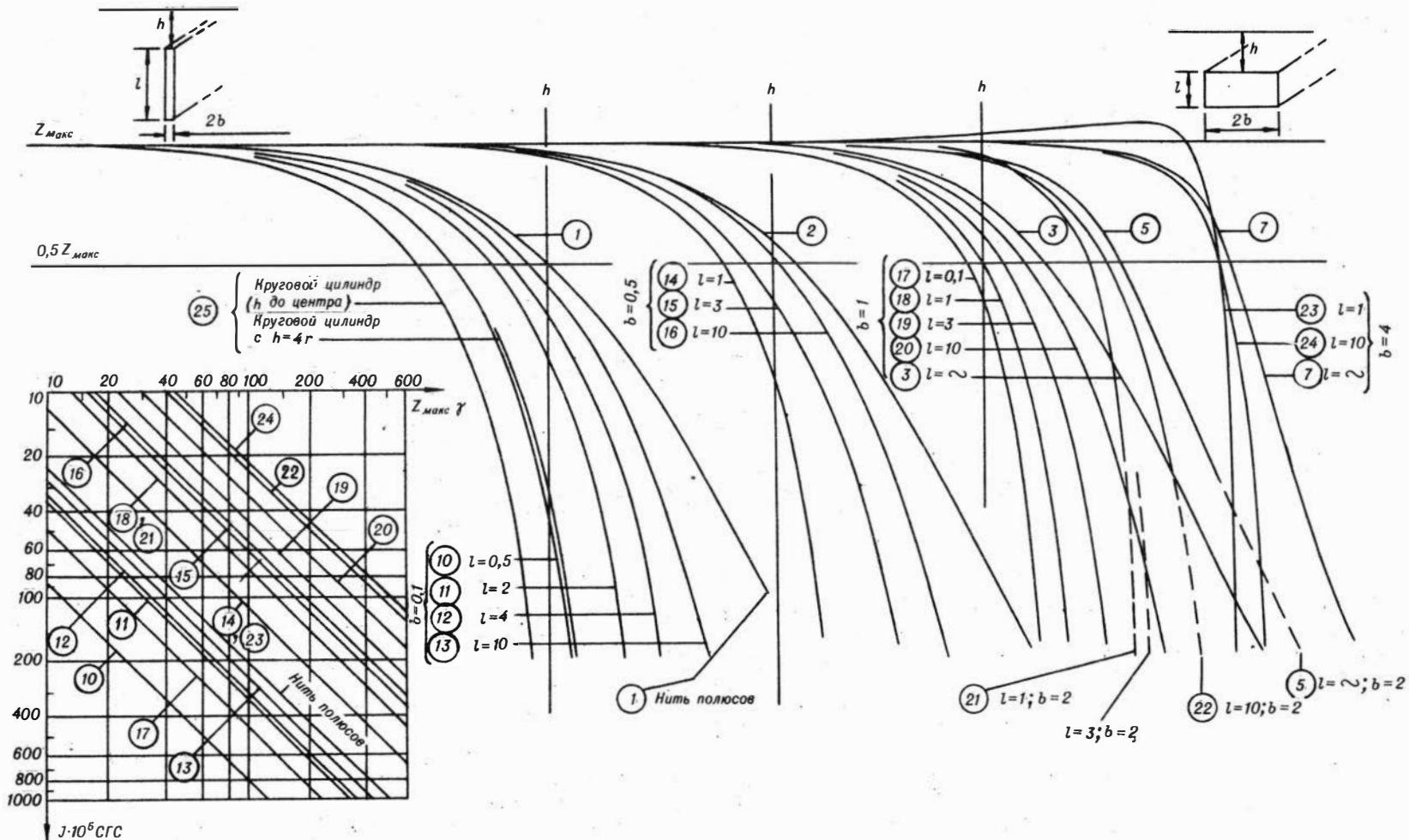


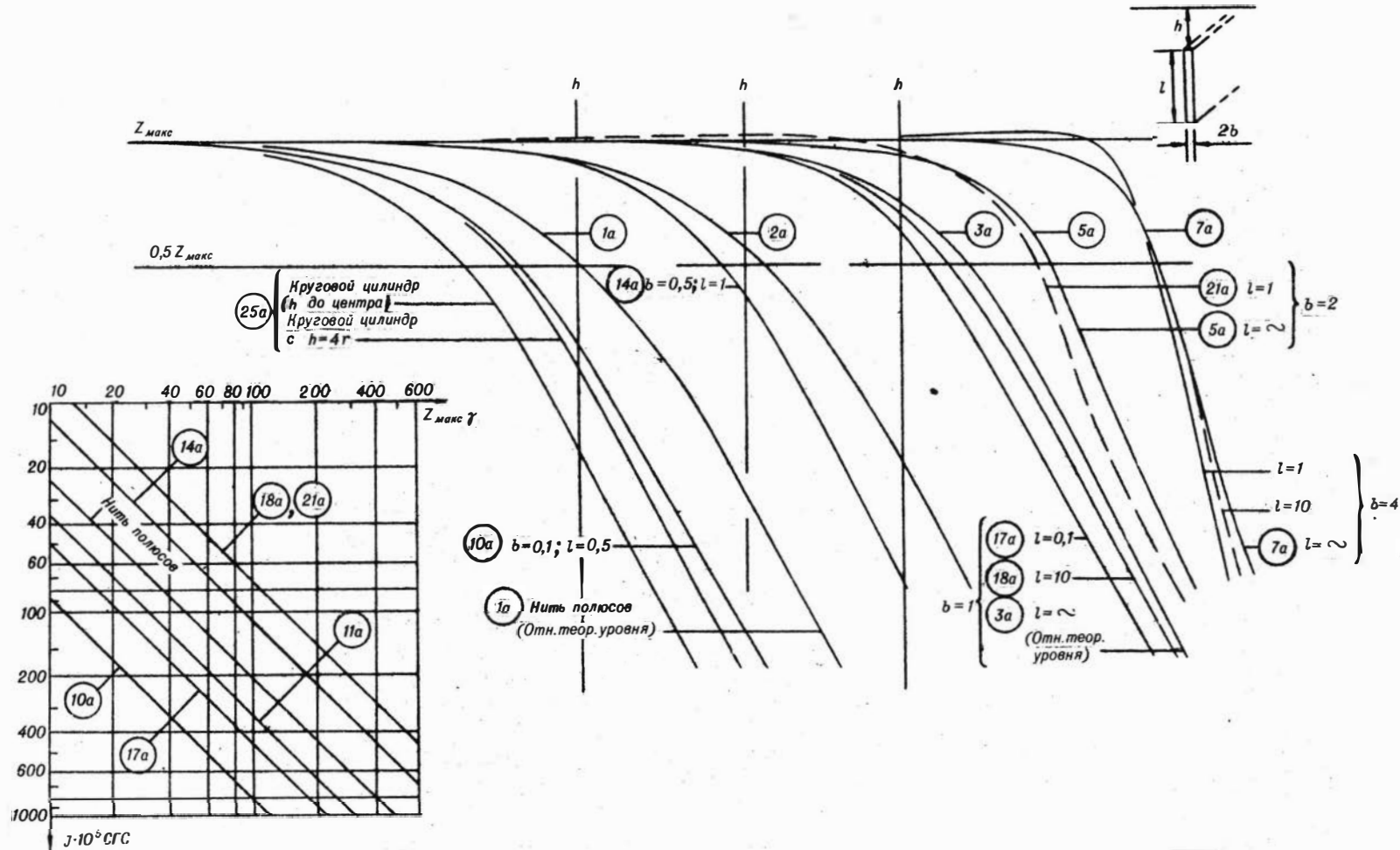


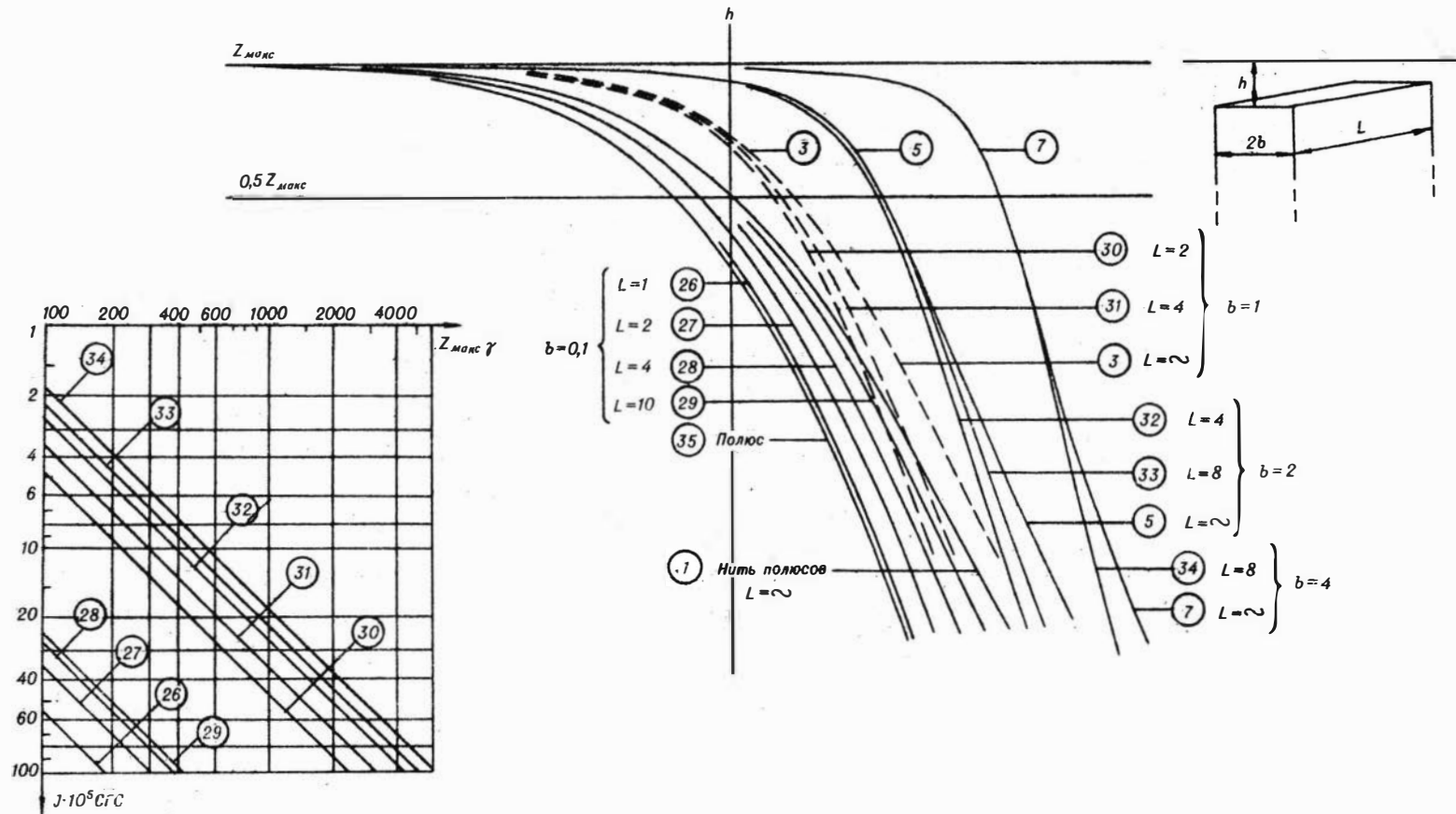
КЛЮЧЕВЫЕ ПАЛЕТКИ

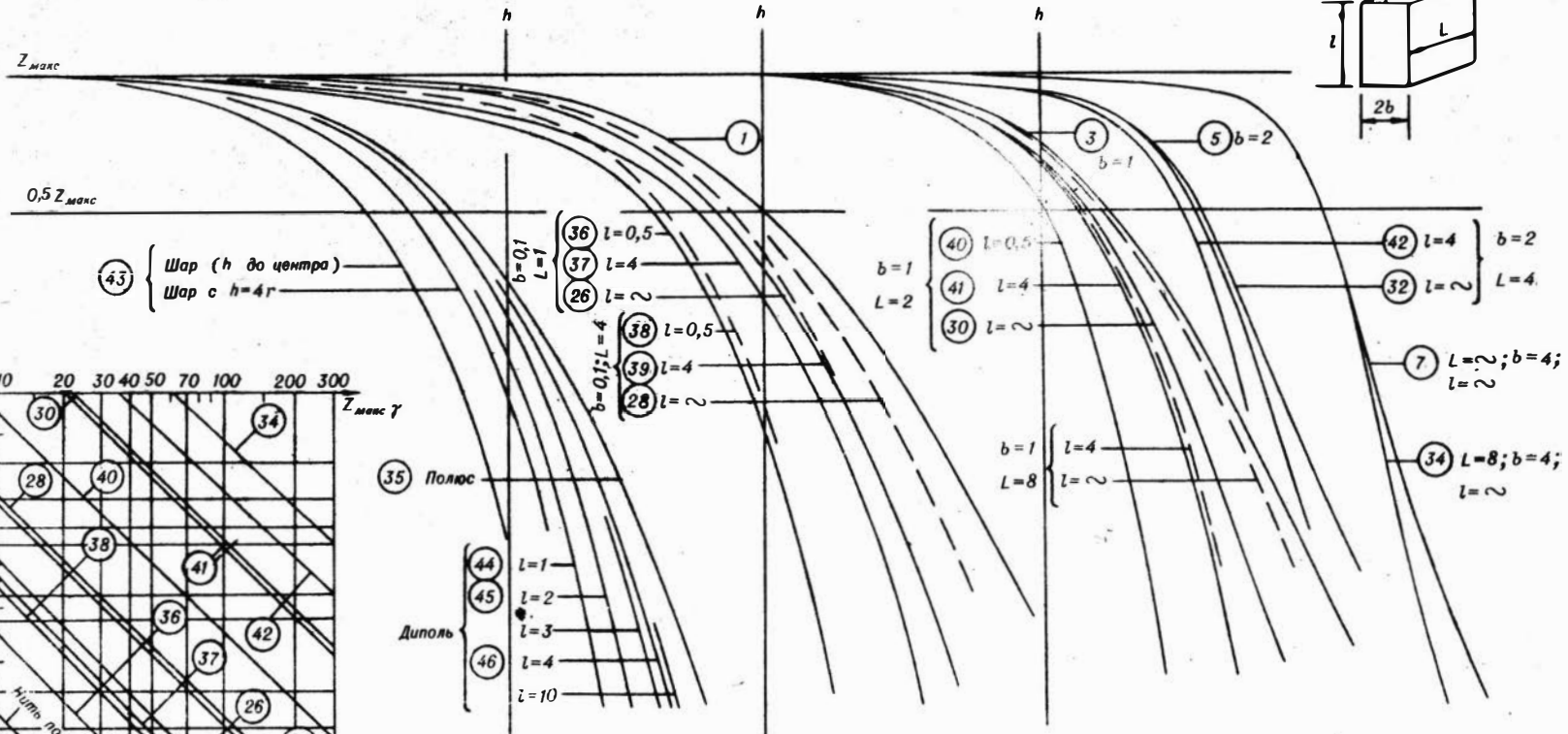
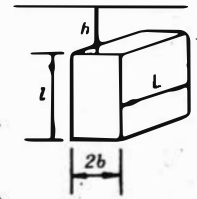












43 { Шар (h до центра)
Шар с h=4r

36 l=0,5
37 l=4
26 l=∞

b=1
L=2 { 40 l=0,5
41 l=4
30 l=∞

42 l=4 } b=2
32 l=∞ } L=4

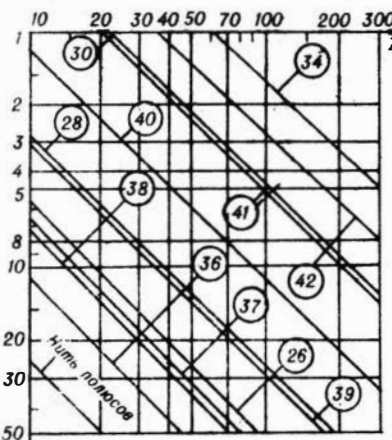
b=0,1; L=4 { 38 l=0,5
39 l=4
28 l=∞

b=1
L=8 { l=4
l=∞

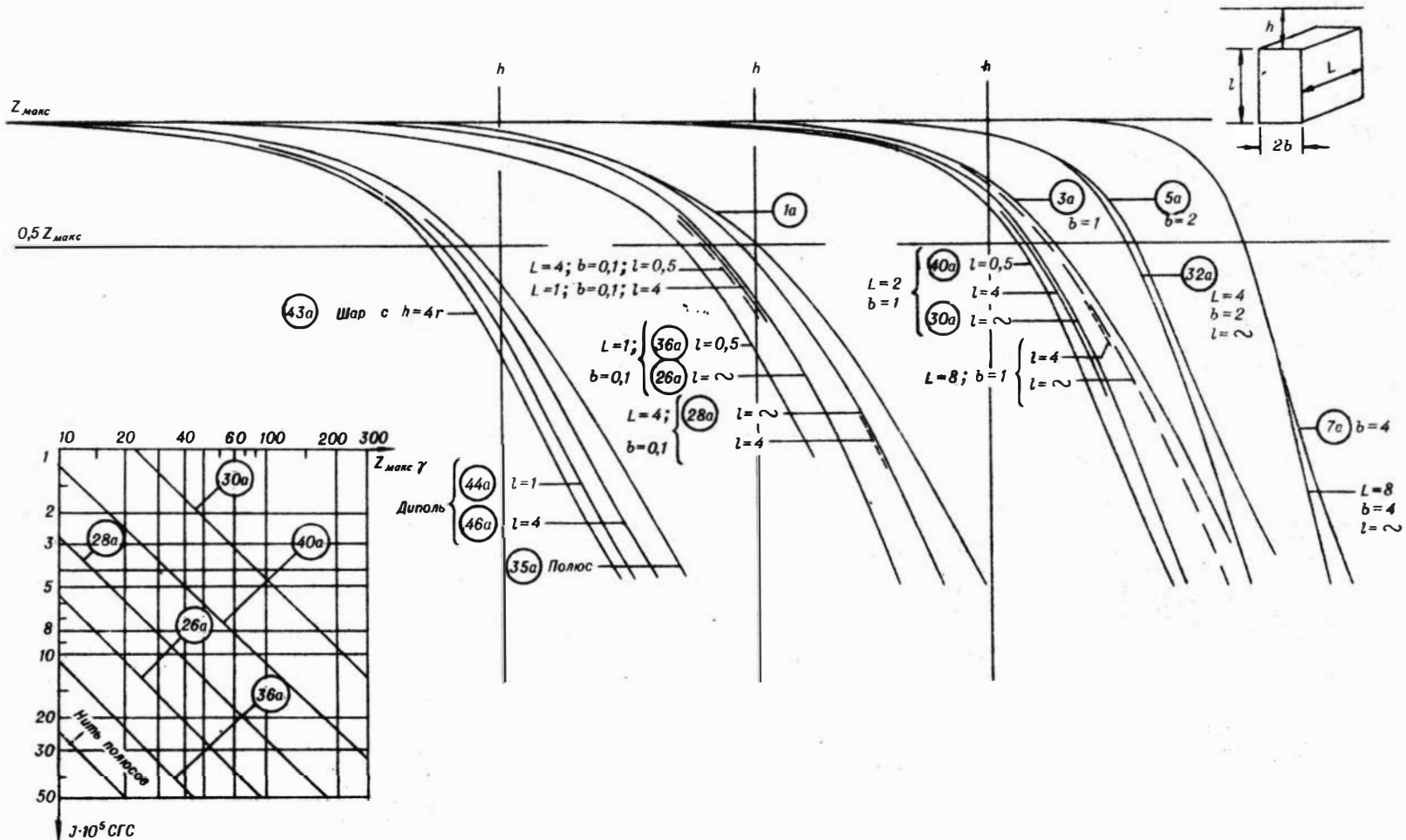
7 L=∞; b=4;
l=∞

34 L=8; b=4;
l=∞

35 Полюс
Диполь { 44 l=1
45 l=2
46 l=3
l=4
l=10



J · 10⁸ с/с



З а м е ч е н н ы е о п е ч а т к и

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
7	2 снизу	подписана	изображена
8	6-9 сверху	устраняются неточности, полученные за счет предварительного нанесения на наблюдаемый график уровня нормального поля, и исправляются: глубины	без ошибки за неточность предварительного нанесения на наблюдаемом графике уровня нормального поля определяются: глубина
9	4 снизу	на сложное нелинейное поле	на график сложного нелинейного поля
11	10 снизу	(б); нити полюсов	(б; нити полюсов)
12	5 снизу	следует исправить искомые параметры за счет	следует определять искомые параметры с учетом
13	15 снизу	кромки, ширина, мощность	кромки, мощность
16	4 сверху	рис. 2 <i>в</i>	рис. 2 <i>а</i>
18	6 сверху	1.20	-
19	1 снизу	шара; (см. таблицу)	шара; см. таблицу)
28	2 сверху	500	500 <i>з</i>
28	3 сверху	550	550 <i>з</i>

Л. Я. Проводников "Альбом палеток для определения элементов залегания намагниченных тел (глубины, мощности и интенсивности намагничения) без ошибки за выбор нормального поля".

