



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКЗ. № 25

(19) **SU** (11) **1363618** **A1**

(50) 4 В 22 D 11/00, 11/04

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4007981/31-02

(22) 14.01.86

(71) Донецкий научно-исследовательский институт черной металлургии и Донецкий политехнический институт

(72) Н. Г. Пироженко, Д. А. Дюдкин, П. А. Левин, И. Б. Шукстульский, А. А. Комаров, Ю. М. Кондратюк и Н. В. Колупаев

(53) 621.746.047:621.746 27(088.8)

(56) Э. Германи. Непрерывное литье, М.: Металлургия, 1961, с. 160—161, рис. 456.

Патент Великобритании № 947504, кл. В 3 F, опублик. 1964

(54) СПОСОБ КАЧАНИЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРА И МЕХАНИЗМ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к непрерывной разливке металлов. Целью изобретения является улучшение качества слитка путем обеспечения непрерывности роста его корочки. Механизм качания кристаллизатора, содержащий приводной редуктор с двумя выходными валами, передаточное число между которыми равно 2, благодаря тому, что один из валков связан с кривошипным валом посредством сцепной муфты с фиксированным при сцеплении взаимным положением полумуфт, позволяет получить качание такой формы, которая обеспечивает время движения стенок кристаллизатора совместно с корочкой вытягивания слитка в пределах 40...60% периода качания. Качание такой формы применяют при разливке стали с содержанием углерода менее 0,15% или более 0,40% 2 с и 1 з п. ф-лы, 6 ил., 1 табл.

(19) **SU** (11) **1363618** **A1**



Изобретение относится к непрерывной разливке металлов.

Целью изобретения является улучшение качества слитка путем обеспечения непрерывности роста его корочки при разливке сталей с различным содержанием углерода

Сущность устройства для осуществления способа поясняется чертежами. На фиг 1 дана кинематическая схема механизма качания кристаллизатора, на фиг 2 — вид сверху на привод механизма, на фиг 3 и 4 — продольный и поперечный разрезы сцепной муфты, на фиг 5 — поперечное сечение паза полумуфты, на фиг 6 приведены графики скорости кристаллизатора на фиг 6, где V_1 и V_2 — кривые скорости основных и дополнительных колебаний с амплитудами V_1 , V_2 и периодами T , $T/2$, V_p — результирующая функция скорости, линия $V_{ср}$ — скорость вытягивания слитка, τ — время

Механизм качания кристаллизатора, с помощью которого осуществляется способ, содержит (см фиг 1 и 2) кристаллизатор 1, раму 2, шатун 3, связанный посредством двухповодковой рычажной группы 4 с кривошипными валами 5, 6, соединенными соответственно жесткой и сцепной муфтами 7 и 8 с тихоходным и быстроходным выходными валами 9 и 10 редуктора 11, связанными между собой с передаточным числом 2. Редуктор 11 соединен с приводным редуктором 12 и электродвигателем 13. На конце кривошипного вала 6 жестко закреплен шкив тормоза 14. Сцепная муфта (см фиг 3) содержит левую и правую полумуфты 15 и 16, на торцовых поверхностях которых выполнены асимметричные пазы 17 и кулачки 18. На правой подвижной полумуфте имеется кольцевой паз 19, в который входит вильчатый конец рычага — переключателя 20, шарнирно закрепленного на неподвижном основании и соединенного с пружиной 21 и якорем электромагнита 22. Пазы и кулачки на торцах полумуфт (см фиг 4) выполнены асимметрично относительно оси вала 6, т.е. один сужен, а другой расширен в направлении оси вращения. Боковые поверхности пазов и кулачков (см фиг 5) выполнены с уклоном

Способ осуществляется следующим образом. Перед разливкой сталей с содержанием углерода менее 0,15 или более 0,40% замыкают в фиксированном положении сцепную муфту 8 и таким образом соединяют кривошипный вал 6 с быстроходным валом 10 редуктора 11, а тормоз 14 размыкают. Жидкий металл подается в кристаллизатор 1, где образуется корка слитка, вытягиваемая с постоянной скоростью $V_{ср} = 0,8 \dots 2,0$ м/мин валками тянущей клетки. Кристаллизатору 1 сообщается качательное движение от кривошипов, результирующая функция скорости V_p качаний представляет собой сумму двух косинусоид V_1 , V_2 , причем период второй в два раза меньше периода пер-

вой, фаза сдвинута вперед на $0 \dots T/6$. Амплитуда дополнительных колебаний составляет 0,15...0,50 основной, при этом функция V_p на участке, соответствующем ходу кристаллизатора вниз, имеет два максимума и один минимум. Частоту вращения вала электродвигателя 13 и, следовательно, кривошипных валов 5 и 6 устанавливают пропорциональной скорости вытягивания $V_{ср}$. При этом регулируя коэффициент пропорциональности, устанавливают $V_1 = (1,6 \dots 2,0) V_{ср}$. При ходе кристаллизатора вверх и вниз с отставанием от слитка, вытягиваемого с постоянной скоростью, внутренние стенки кристаллизатора проскальзывают относительно слитка вверх по всей высоте B в начале движения с опережением (точка А кривой на фиг 6) кристаллизатор увлекает корку слитка и сжимает ее, при этом относительное смещение кристаллизатора не превышает максимальной величины изменения деформации слитка (для марок стали 0,5...1,9 мм) и срыва применисковой части корки вверх в этот период не происходит, благодаря чему предотвращается попадание шлака между стенкой кристаллизатора и коркой, образование заворотов и ослабление корки в результате этого. На участке ВС кривой кристаллизатор движется с отставанием и происходит частичное разгружение корки от сжимающих напряжений, на участке СД — вновь сжатие, на участке — ДЕ — растяжение с последующим срывом корки со стенок (точка Е). Поскольку в точке Е кристаллизатор движется еще вниз, срыв корки происходит до того, как она выйдет за пределы мениска, благодаря чему ее рост не прекращается, а отгибание из за термических напряжений и насыщение неметаллическими включениями при этом не происходит, и грубые литейные складки не образуются. Время совместного движения стенок кристаллизатора и применисковой части корки (т.е. участок АЕ) составляет 40...60% периода качаний, благодаря чему происходит эффективное заживление поверхностных дефектов и предотвращаются прорывы металла под кристаллизатор

В варианте осуществления способа, применяемом в частности на машине с наклонным кристаллизатором, когда на участке ВС кристаллизатор движется с отставанием от слитка, по крайней мере равном величине смещения, за счет частичного разгружения корки от сжимающих напряжений в это время срыв корки после точки Д происходит раньше (участок ДЕ меньше по сравнению со случаем, когда участок ВС отсутствует), при этом рост корки в точке Е замедляется в меньшей степени, что обеспечивает уменьшение глубины литейной складки. При этом на участке АВСДЕ происходят колебания скорости роста корки, воздействующие на мениск жидкого металла, в результате чего высота мениска на нижней

границ наклонного кристаллизатора уменьшается от 6...8 мм (неустойчивый мениск) до 3...5 мм, таким образом повышается его устойчивость, уменьшается вероятность образования грубых литейных складок из-за случайных воздействий.

При переходе на разливку сталей с содержанием углерода менее 0,15 или больше 0,40% методом плавка на плавку через 1...6 мин после начала подачи металла новой плавки сцепную муфту 8 на валу 6 дополнительного кривошипа расцепляют и замыкают тормоз 14. Таким образом подачу дополнительной составляющей прекращают. При этом смещение кристаллизатора вниз относительно корки увеличивается в 1,5...5,0 раз (до 1,5...3,0 мм), что соответствует максимальной величине изменения деформации сталей, податливых при высокой температуре. При этом происходит разгружение корки от растягивающих напряжений и «залечивание» дефектов в течение 0,25...0,30 периода качаний, что достаточно для данных марок стали, в меньшей степени склонных к образованию трещин.

Работа механизма качания кристаллизатора осуществляется следующим образом. При разомкнутой муфте 8 вал 6 застопорен тормозом 14, вращение от электродвигателя 13 через редукторы 11, 12 передается только одному кривошипному валу 5, и кристаллизатор 1 совершает движение с синусоидальным графиком скорости. При включении электромагнита 22 рычаг-переключатель 20 поворачивается вокруг неподвижного шарнира и его вильчатый конец переводит подвижную правую полумуфту 16 влево, вводя кулачки 18 в пазы 17 неподвижной вращающейся полумуфты 15. При этом одновременно размыкается нормально замкнутый тормоз 14, растормаживая кривошипный вал 6, и оба кривошипных вала начинают вращаться со строгим совпадением по фазе, так как асимметричное выполнение пазов 17 и кулачков 18 полумуфт позволяет замкнуть муфту только при определенном относительном положении ее полумуфт 15, 16. При этом благодаря выпол-

нению боковых поверхностей пазов и кулачков с уклоном в соединении зазоры отсутствуют и график движения из-за выбора зазоров не искажается. Кристаллизатор 1 совершает при этом движение с двухсинусоидальным графиком скорости.

Пример выполнения способа приводится для случая литья слитка на машине наклонно-прямолинейного типа со скоростью $V_{\Sigma} = 1,2$ м/мин, т.е. 20 мм/с. При разливке стали 20 (изменение деформации 0,75 мм) устанавливают двухсинусоидальный график качаний с амплитудами составляющих колебаний 5,5 и 1,5 мм (отношение амплитуд 0,27) и с частотой, пропорциональной скорости вытягивания. При указанной скорости частоты равны соответственно 6,4 и 12,8 рад/с (основная частота 60 1/мин), скорость основного колебания $V_1 = 35$ мм/с ($V_1/V_{\Sigma} = 1,75$), дополнительного — $V_2 = 19,2$ мм/с ($V_2/V_1 = 0,55$). Кристаллизатор движется совместно с применисковой частью слитка в течение $t_3 = 0,57$ с (доля времени залечивания за период 57%), при ходе вниз значение минимума его скорости $0,77 V_{\Sigma}$ (отставание 23%), максимума $1,31 V_{\Sigma}$ (опережение 31%).

При переходе на разливку стали 35 (изменение деформации 1,5 мм) частоту качаний увеличивают до 65 1/мин, при этом $V_1 = 1,9$, $V_{\Sigma} = 38$ мм/с, опережение увеличивается до 42%, отставание при ходе вниз уменьшается до 16%.

При переходе на разливку стали 60 (изменение деформации 2,5 мм) подачу дополнительной составляющей прекращают (амплитуда основной остается равной 5,5 мм), частоту качаний уменьшают до 50 1/мин. При этом время залечивания равно 25% периода (0,3 с).

Параметры двухсинусоидального графика качаний, при которых выполняется условие отсутствия относительного проскальзывания кристаллизатора вниз для случаев литья различных марок стали даны в таблице (для двух различных вариантов отношений амплитуд составляющих движений и скорости литья $V_{\Sigma} = 1,2$ м/мин).

Марка стали и содержание углерода, %	Изменение деформации, мм	Отношение V_2/V_1	Частота качаний, мин ⁻¹	Отношение V_1/V_{Σ}	Опережение, %	Отставание, %
60Л2С 0,09	2,5	0,55	76	2,2	65	3
60 0,6		0,4	101	2,1	50	—
15 0,15	1,9	0,55	69	2,0	50	12
40Л 0,4		0,4	92	1,9	36	—
20 0,2	0,75	0,55	60	1,75	71	23
		0,4	80	1,66	18	0
18Л4Т 0,18	0,5	0,55	58	1,7	26	26
		0,4	77	1,6	14	3

Как видно из таблицы, только при литье сталей с содержанием углерода 0,15—0,4% условие отсутствия проскальзывания вниз выполняется при $V_1/V_{\text{ср}} \leq 2,0$, когда выполняется также условие невыхода корки. Отсюда, также видно, что первое условие выполняется только при $V_1/V_{\text{ср}} \geq 1,6$. Из таблицы также следует, что выполнение обоих условий совместимо с установлением минимума скорости при ходе кристаллизатора вниз меньшим скорости слитка, при этом отставание может быть по крайней мере равно величине опережения.

В устройстве для осуществления способа по описанному выше примеру при $V_2/V_1 = 0,55$ кривошипны выполнены с эксцентриситетами 5,5 мм, а передаточное число соединяющей их рычажной группы 0,27 (В примере с $V_2/V_1 = 0,4$ эксцентриситеты 4 мм, передаточное число 0,2). При включенной сцепной муфте в среднем (начальном) положении их эксцентриситеты со направлены, при этом эксцентриситет быст роходного вала выставлен относительно основного с допуском $\pm 10^\circ$ по ходу его вращения.

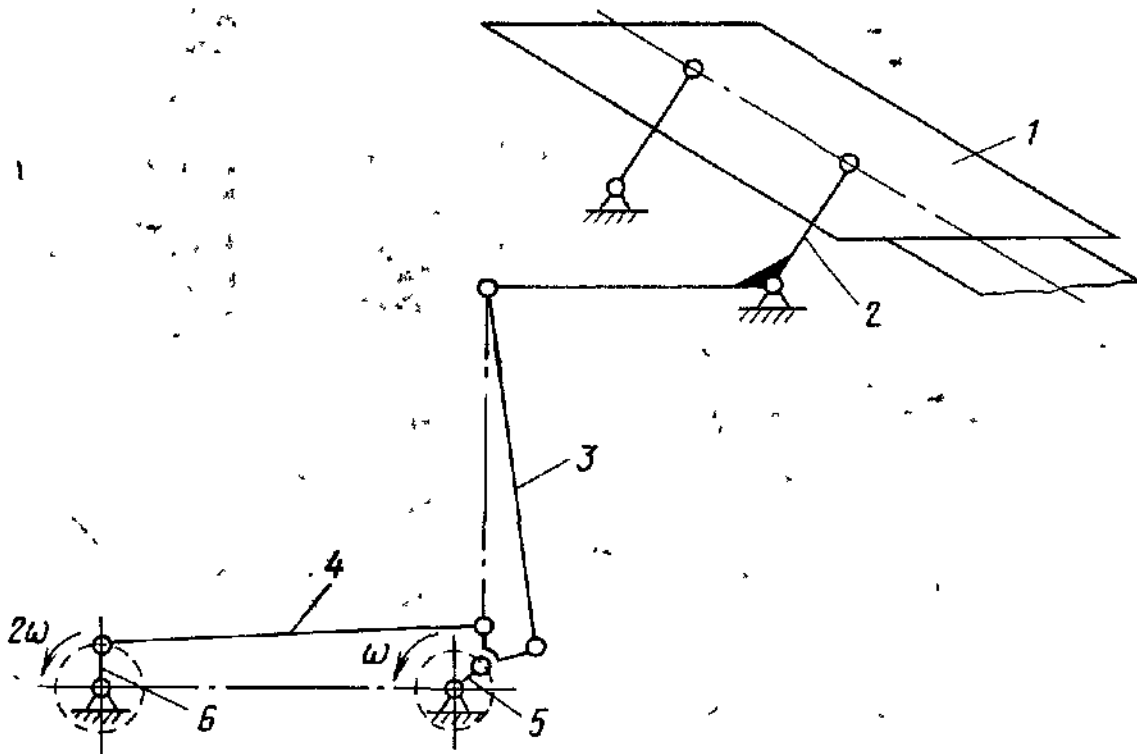
Формула изобретения

1 Способ качания кристаллизатора, включающий сообщение кристаллизатору возвратно-поступательного перемещения по синусоидальному закону с частотой, пропорциональной скорости вытягивания слитка, отличающийся тем, что, с целью улучше-

ния качества слитка путем обеспечения непрерывности роста его корочки при разливе сталей с различным содержанием углерода, скорость возвратно-поступательного перемещения дополнительно изменяют в зависимости от содержания углерода в стали, при этом при содержании углерода в стали в пределах 0,15—0,40% перемещение осуществляют со скоростью, равной сумме двух синусоидальных колебаний, из которых дополнительные по частоте в два раза больше основных.

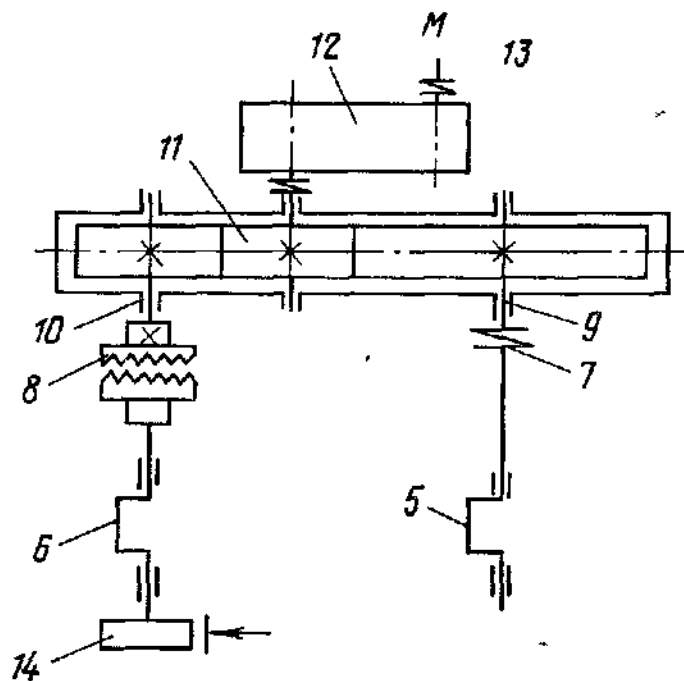
2 Способ по п. 1, отличающийся тем, что величину минимальной суммарной скорости при ходе кристаллизатора вниз устанавливают по крайней мере равной скорости вытягивания, а величину отставания кристаллизатора от слитка — максимальной величине опережения кристаллизатора.

3 Механизм качания кристаллизатора, содержащий приводной редуктор с двумя выходными валами, передаточное число между которыми равно двум, соединенные с ними кривошипные валы, связанные между собой и с рамой кристаллизатора рычажной группой, отличающийся тем, что, с целью улучшения качества слитка путем обеспечения непрерывности роста его корочки при разливе сталей с различным содержанием углерода, один из валов редуктора связан с кривошипным валом посредством сцепной муфты с фиксированным при сцеплении взаимным положением полумуфт и снабжен тормозом.

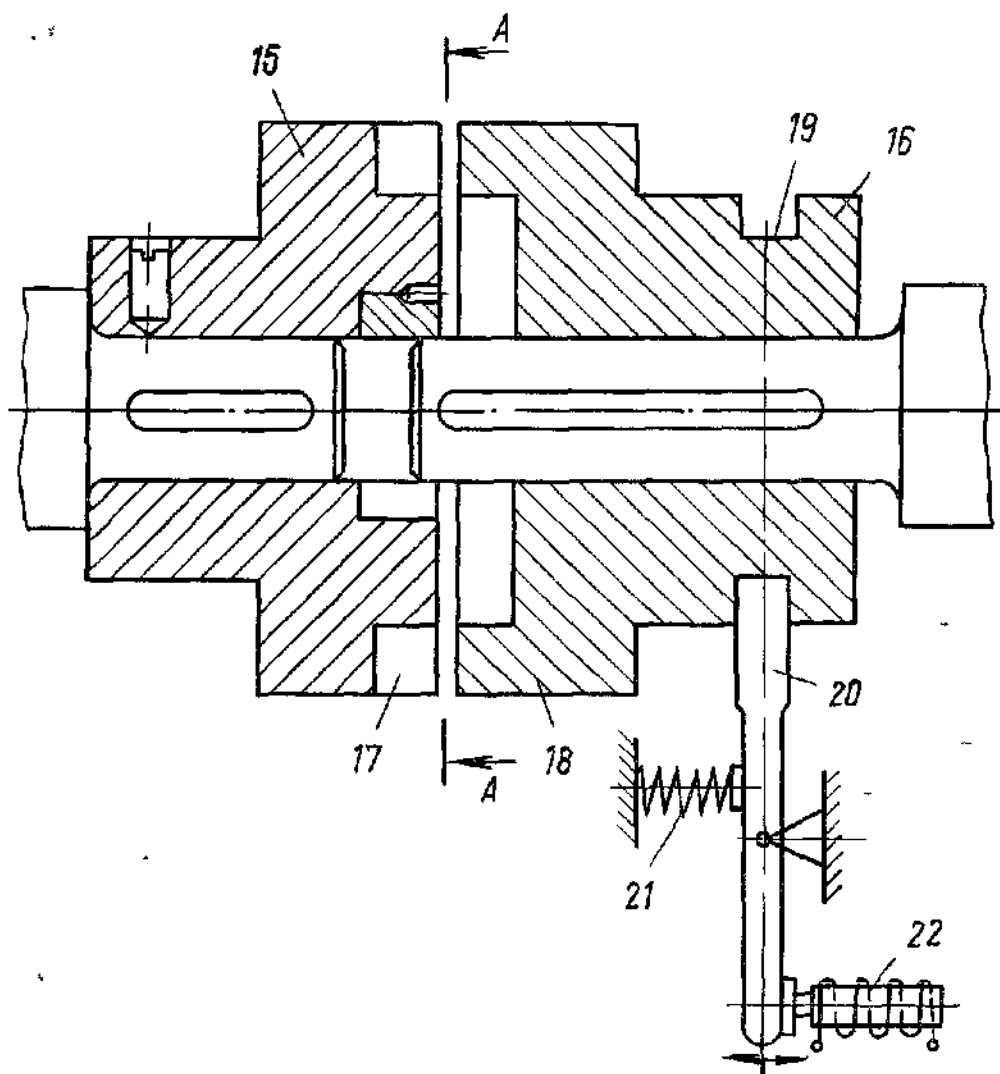


Фиг 1

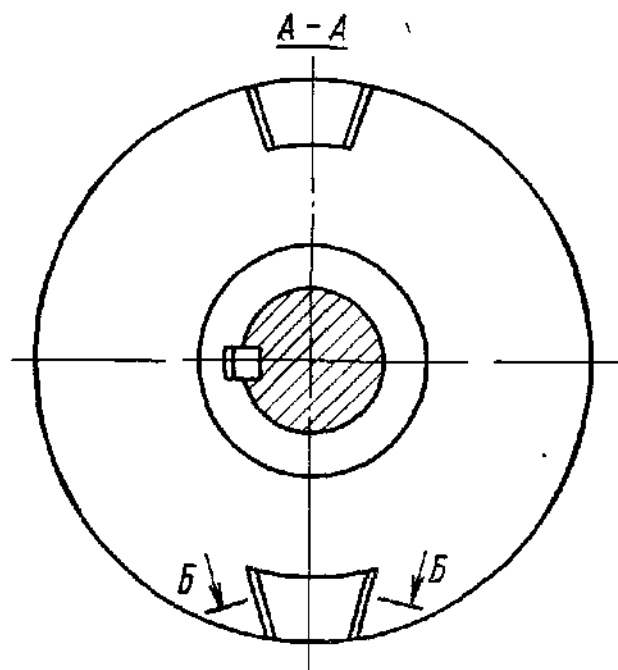
1363618



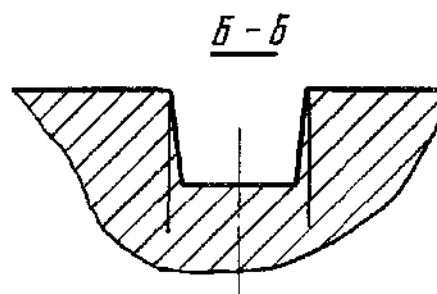
Фиг. 2



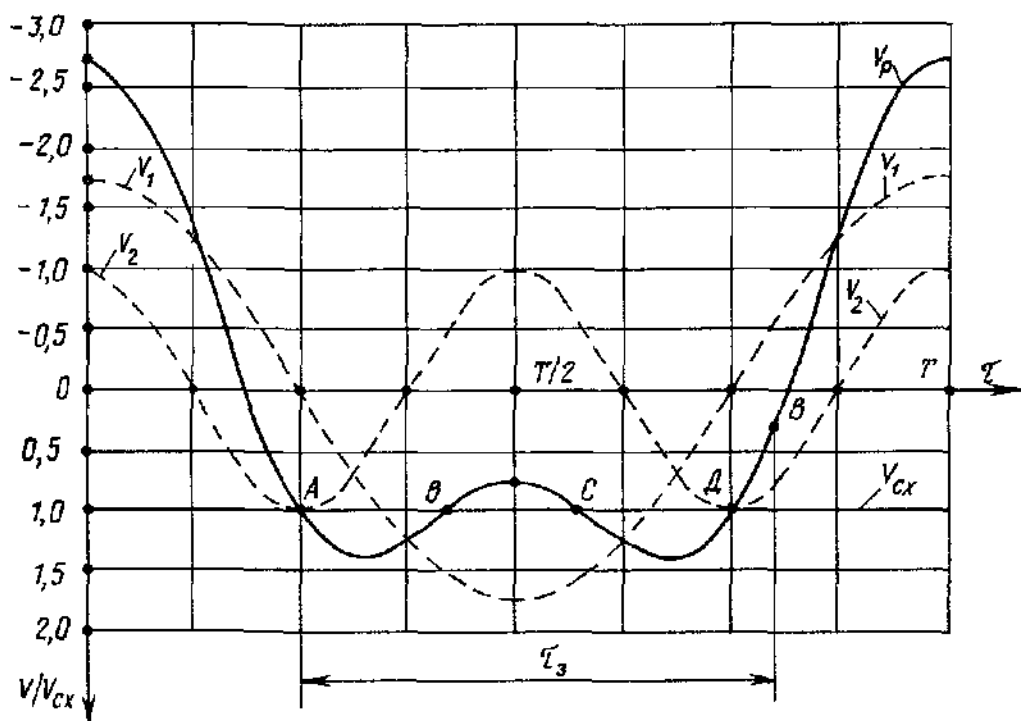
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

Редактор Л. Герасимова
 Заказ 1623/ДСП
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 Производственно полиграфическое предприятие г. Ужгород, ул. Проектная 4

Составитель В. Мальцев
 Техред И. Верес
 Тираж 536

Корректор А. Обручар
 Подписное