



УКРАЇНА

(19)

(И)

6899 «3, С1

UA

(5i)5 B 22 D 11/10

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВО

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ОБРОБКИ МЕТАЛУ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

(20)94301256,22.09.93

(21)4954727/02

(22)03.06.91, SU

(46)31.03.95. Бюл. № 1

(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
№ 1603617, кл. В 22 D 11/10, 1989.

2. Авторское свидетельство СССР  
№ 1150825, кл. В 22 D 11/04, 1984.

(71) Маріупольський металургійний Інститут

(72) Булянда Олександр Олексійович, Носо-  
ченко Олег Васильович, Страхов Анатолій  
Борисович, Ніколаєв Геннадій Андрійович,  
Ревтов Микола Іванович, Ленський Валерій  
Георгійович, Ісаєв Олег Борисович, Кумачов  
Юрій Миронович, Набатніков Володимир  
Романович, Іванов Євгеній Анатольєвич,  
Кравченко Анатолій Петрович

(73) Маріупольський металургійний Інститут,  
UA

(57) 1. Способ обработки металла при непре-  
рывном литье заготовок, включающий под-

ачу металла в кристаллизатор прямоуголь-  
ного поперечного сечения и ввод в него хо-  
лодильников в виде металлической ленты,  
отличающийся тем, что ввод ленты  
осуществляют под углом  $2...4^\circ$  ее продоль-  
ной оси к вертикальной оси кристаллизатора  
и под углом  $8...15^\circ$  ее большей стороны к  
широкой стороне кристаллизатора.

2. Устройство для обработки металла  
при непрерывном литье заготовок, содержа-  
щее тележку с платформой, установленный  
на ней барабан и подающий механизм, со-  
стоящий из головки с приводными и пра-  
вильными роликами и проводки в виде рамы,  
отличающееся тем, что рама выполнена  
из верхней и нижней частей с возможностью  
вращения нижней части вокруг горизонталь-  
ной, при этом направляющие нижней части  
расположены со смещением на  $0,02...0,05$   
ширины проводки в вертикальной плоскости  
и  $0,15...0,20$  - в горизонтальной.

Изобретение относится к металлургии, в  
частности, к непрерывной разливке металла  
и может быть использовано при литье в пря-  
моугольный кристаллизатор.

Известен способ непрерывной разлив-  
ки заготовок прямоугольного сечения, вклю-  
чающий формирование и вытягивание  
заготовки из кристаллизатора и непрерыв-  
ную подачу в него холодильников в виде  
ленты с определенной скоростью [1]. Наряду  
со всеми положительными сторонами дан-  
ного способа он не лишен ряда недостатков,  
в первую очередь таких как:

- достаточно жесткое ограничение сор-  
тамента вводимых лент в зависимости от  
температуры ликвидуса разливаемой стали;

- возможность неполного плавления  
вводимой ленты. Наличие этих двух недо-  
статков в значительной мере снижают эф-  
фективность применения способа и  
качество непрерывнолитого сляба, механи-  
ческие свойства катаной продукции. Эти не-  
достатки в первую очередь вызваны  
неэффективным выбором направления вво-  
да ленты в металл.

Для реализации способа известно уст-  
ройство для ввода металлической полосы в  
расплав, состоящее из барабана с полосой и

подающего механизма, напольной тележки, установленной на платформе [2]. Недостатком этого устройства является ввод ленты исключительно параллельно оси стакана и широким граням кристаллизатора. Это приводит к сужению марочного состава вводимых лент и ограниченно скоростным режимом ввода лент. Результатом такого направления ввода лент в одних случаях может являться неполное плавление ленты за счет ю неэффективного использования направления циркуляционных потоков в жидком ядре слитка, а в других случаях - неоправданное увеличение расхода вводимых холодильников. Все это создает сложности в процессе 15 регулирования ввода добавок в кристаллизатор, приводит к отсутствию стабильного улучшения свойств как литого сляба, так и проката. Эффективность применения устройства значительно снижается и в некоторых 20 случаях (разливка низкотемпературных плавов, сталей с высокой температурой ликвидуса) становится весьма проблематичной.

Целью изобретения является повышение качества отливаемых заготовок и повышение 25 эффективности воздействия за счет стабильного плавления ленты и расширения марочного состава применяемых лент.

Поставленная цель достигается тем, что в способе, включающем подачу металла в 30 кристаллизатор прямоугольного поперечного сечения и ввод в него холодильников в виде металлической ленты ввод лент осуществляют под углом ее продольной оси  $2-4^\circ$  к вертикальной оси кристаллизатора и под углом 8- $15^\circ$  ее большей стороны к широкой стороне кристаллизатора. 35

Поставленная цель достигается также тем, что устройство для подачи металлической ленты при непрерывной разливке заготовок, содержащее тележку с платформой, установленного на ней барабана, подающего механизма, состоящего из головки с приводными и правящими роликами и проводки в виде рамы, проводка выполнена из верх- 45 ней и нижней частей с возможностью вращения нижней части вокруг горизонтальной оси, при этом направляющие нижней части расположены со смещением на 0,02-0,05 ширины проводки в вертикальной плоскости 50 и на 0,15-0,20 - в горизонтальной.

Предлагаемое изобретение отличается от известных условием осуществления действия при осуществлении способа непрерывной разливки заготовок; формой 55 выполнения конструктивных элементов и их иной взаимосвязью.

Предложенная совокупность признаков позволяет повысить эффективность воздействия за счет значительного увеличения ста-

бильности процесса плавления ленты расширить марочный состав как применяемых лент, так и разливаемых марок сталей, применить способ ввода ленты для случаев низкотемпературных плавов. Результатом является существенное улучшение качества получаемых слябов, в том числе снижение количества внутренних дефектов, в первую очередь внутренних трещин, а также существенное улучшение пластических свойств проката, в первую очередь в Z-направлении толстых листов.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображена схема осуществления предлагаемого способа ввода ленты, в том числе узкая сторона кристаллизатора прямоугольного сечения (1), большая сторона кристаллизатора (2), вводимая лента (3), на фиг.2 - общий вид устройства и на фиг.3 - смещение направляющих относительно друг друга в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Ввод ленты в расплав не вертикально, а под определенными углами к сторонам кристаллизатора позволяет добиться полного плавления ленты как на высокотемпературных, так и на низкотемпературных плавках, увеличить массовый расход ленты, что существенно улучшает качество непрерывнолитого сляба, расширить марочный состав вводимых макрохолодильников за счет возможности ввода в расплав лент с высокими температурами ликвидуса.

Выбор величины углов определялся при помощи метода гидравлического моделирования на водяных моделях и проверкой полученных результатов натурными экспериментами на действующих МНЛЗ. Величины углов являются оптимальными с точки зрения попадания ленты в область перегретого металла, т.е. факела струи, увеличения площади теплового и механического воздействия струи и вводимой ленты.

Учет этих факторов позволяет на 50-60% ускорить время расплавления вводимых холодильников, увеличить на 30-50% скорость ввода ленты и массовый расход холодильников, что существенно влияет на процессы кристаллизации и структурообразование. С другой стороны выбор углов является оптимальным с точки зрения учета схемы циркуляции конвективных потоков в жидком ядре слитка. Выбор углов меньших  $2-4^\circ$  к вертикальной оси кристаллизатора (а) и  $8-15^\circ$  по отношению к большой стороне кристаллизатора (б) снизит площадь взаимодействия холодильника с факелом струи, уменьшит время пребывания ленты в перегретом расплаве, что резко снизит эффек-

тивность воздействия и увеличит возможность появления такого нежелательного эффекта, как неполное плавление ленты. С другой стороны увеличение углов  $\alpha$  сверх  $2-4^\circ$  и  $15-8-15^\circ$  соответственно может отрицательно повлиять на схему циркуляции потоков, что приведет к ухудшению качества поверхности непрерывнолитого сляба, а также резко усилит давление струи на плоскость ленты с возможностью примораживания ленты к оболочке узкой грани слитка, что также снижает эффективность воздействия и отрицательно влияет на распределение неметаллических включений по сечению слитка. Результаты экспериментов по разливке стали 3сп в заготовку сечением  $0,3 \times 1,85$  м с вводом ленты размерами  $0,4 \times 0,0012$  м приведены в табл.1.

В ходе экспериментов скорость разливки составляла  $0,7$  м/мин, температура стали  $20$  в промежуточном ковше  $1540^\circ\text{C}$ . Из таблицы следует, что применение углов  $\alpha$  в пределах  $2-4^\circ$  и  $8-15^\circ$  соответственно дает наибольший эффект воздействия на структурообразование. Резко сокращается зона столбчатых кристаллов, уменьшается качество внутренних дефектов, что в итоге приводит к значительному снижению отсортировки листов и дает существенный экономический эффект как по сравнению с 30 базовым вариантом разливки, так и по сравнению с разливкой по прототипу. Устройство (фиг.2) для подачи металлической ленты в расплав при разливке заготовок представляет собой самоходную тележку (4) с электромеханическим приводом перемещения (5). Тележка выполнена в виде рамы (6) с размещенными на ней поворотным столом (7), проводки (8) для придания стальной ленте (3) необходимой траектории движения, 40 головки (9) для правки и подачи ленты. Поворотный стол вращается вокруг вертикальной оси (10), закрепленной на раме. На поворотном столе на вертикальных стойках (11) симметрично вертикальной оси вращения 45 размещены две кассеты (12) с лентой. Вращение стола осуществляется электромеханическим приводом (13).

Головка состоит из смонтированных подающих и приемных роликов (на фиг.2 не показаны). Подающие ролики вращаются электродвигателем (14) через редуктор (15). Один из приемных роликов является мерительным (на фиг.2 не показан), передающим информацию о количестве поданной ленты. Конструкция головки позволяет регулировать давление приемных и подающих роликов на стальную ленту и необходимую деформацию ленты винтом (16).

Проводка представляет собой раму, состоящую из двух частей - подвижной (17) и неподвижной (18). Неподвижная часть крепится к головке пластиной (19), подвижная вращается на угол до  $45^\circ$  вокруг горизонтальной оси (20), закрепленной на раме. Вращение осуществляется пневмоцилиндром (21). Внутри проводки расположены направляющие (фиг.3, 22), образующие канал (23), который придает необходимую траекторию движения ленты (3), позволяя ее вводить в кристаллизатор с необходимыми углами наклона в горизонтальной и вертикальной плоскостях. На выходе ленты из проводки установлен подвижный кронштейн (фиг.2,24), к которому крепится отсекатель шлака (25). Кронштейн приводится в движение пневмоцилиндром (26). Смещения направляющих в горизонтальной плоскости на  $0,02-0,05$  и в вертикальной на  $0,15-0,20$  величины ширины проводки являются оптимальными величинами и определяют качественные показатели заготовки. Снижение смещений на величины ниже предложенных в устройстве существенно снижают эффективность воздействия макрохолодильников на процессы затвердевания и кристаллизации, резко снижается качество отливаемой заготовки, неоправданно возрастает возможность неполного плавления ленты. Увеличение смещений в сторону, превышающую предложенные в устройстве, начинает существенно искажать циркуляционные потоки в жидкой лунке слитка, что вызывает резкое увеличение как внутренних, так и поверхностных дефектов.

В отличие от прототипа предлагаемая конструкция устройства за счет создания направляющей из двух частей с возможностью вращения нижней части вокруг горизонтальной оси на угол до  $45^\circ$  ввода ленты в расплав не требует поднятия промковша, что делает процесс ввода ленты в расплав непрерывным во времени и позволяет устройству вписываться в технологическую цепочку. Наличие смещения направляющих в проводке позволяет вводить стальную ленту в кристаллизатор под различными углами, что существенно повышает эффективность применения установки, расширяет диапазон ее использования, ведет к существенному улучшению качества сляба. Разливка по предложенному способу с применением устройства осуществляется следующим образом. Перед началом разливки выбирают марку стали вводимой ленты, ее геометрические размеры, устанавливают значение скорости ввода ленты в расплав. Устанавливают кассету с лентой на поворотный стол и закрепляют фиксатором (27). За-

водят ленту через входные ролики (23) в зону приемных. Механизмом перемещения устройство подается к кристаллизатору. Пне-  
 5 моцилиндром поворачиваем подвижную часть проводки в рабочее положение. Опускаем подвижную часть проводки, заглубляя ленту в расплав. Эти операции проводятся без подъема промковша. После окончания стальной ленты в бухте отключают привод подачи стальной ленты и поворотный стол  
 10 вращают на 180°. Включают привод подачи ленты после заправки конца ленты в подающие ролики. Продолжается ввод ленты.

Для опробования устройства были про-  
 15 ведены натурные эксперименты по разливке стали 09Г2С в кристаллизатор сечением 0,25х1,65 при вводе ленты сечением 0,35х0,0015 м. Скорость разливки поддер-

живали в пределах 0,6-0,65 м/мин, температура металла в промежуточном ковше - 1530-1535°C. Основные результаты приведены в табл.2.

В результате проведения серии опытных разливок и отбора темплетов от слябов и изучения качественных показателей макроструктуры литого металла и отсортировки  
 10 листов металла опытных плавов и плавов, отлитых по базовой технологии и прототипу, отмечаем, что наивысшие показатели качества получены при отливке слябов по предложенному соотношению смещений  
 15 направляющих друг к другу, т.е. при величинах равных 0,02-0,05 в горизонтальной и 0,15-0,20 в вертикальной плоскостях. Несоблюдение этих условий приводит к существенному снижению качества сляба.

Таблица 1

Параметры разливки и дефекты макроструктуры опытных и сравнительных плавов

Условный номер плавки	Марка разливаемой стали	Марка стали • * ленты	Величина угла <i>a</i>	Величина угла <i>fi</i>	Размер зоны столбчатых кристаллов,
1	Зсп	5сп	0	0	68
2	Зсп	5сп	0	0	40
3	Зсп	5сп	7	1	38
4	Зсп	5сл	8	2	16
5	Зсп	5сп	12	3	15
6	Зсп	5сп	15	4	16
7	v Зсп	5сп	17	5	44
8	Зсп	5сп	7	3	31
9	Зсп	5сп	12	1	29

Продолжение табл. 1

Условный номер плавки	Осевая ликвация, балл	Осевая рыхлость, балл	Точечная ликвация, балл	Отсортировка листов, %	Вариант разливки
1	2,5	2,0	1,5	4,6	базовый прототип
2	1,5	1,0	1,0	3,0	
3	1,5	1,0	1,0	2,8	
4	0,5	0,5	0,5	0,4	
5	0,5	0,5	0,5	0,3	
6	0,5	0,5	0,5	0,5	
7	2,0	1,5	1,0	, - 2,6	
6	1,5	1,0	1,0	1,5	
9	1,0	1,0	1,5	1,3	

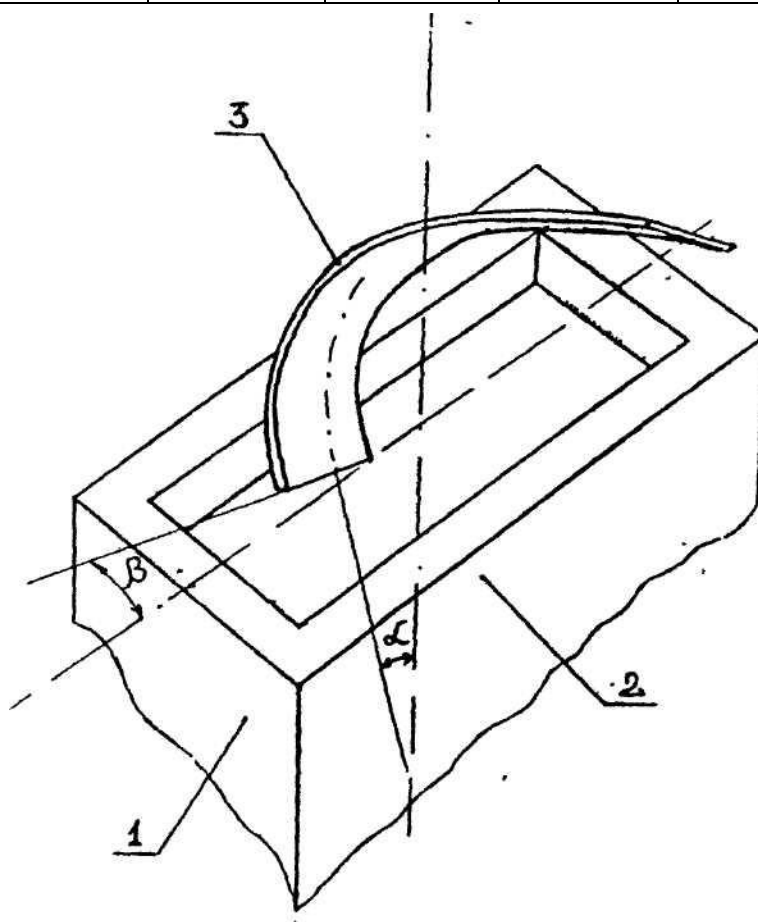
Таблица 2

Дефекты макроструктуры и отсортировки листов опытных и сравнительных плавов

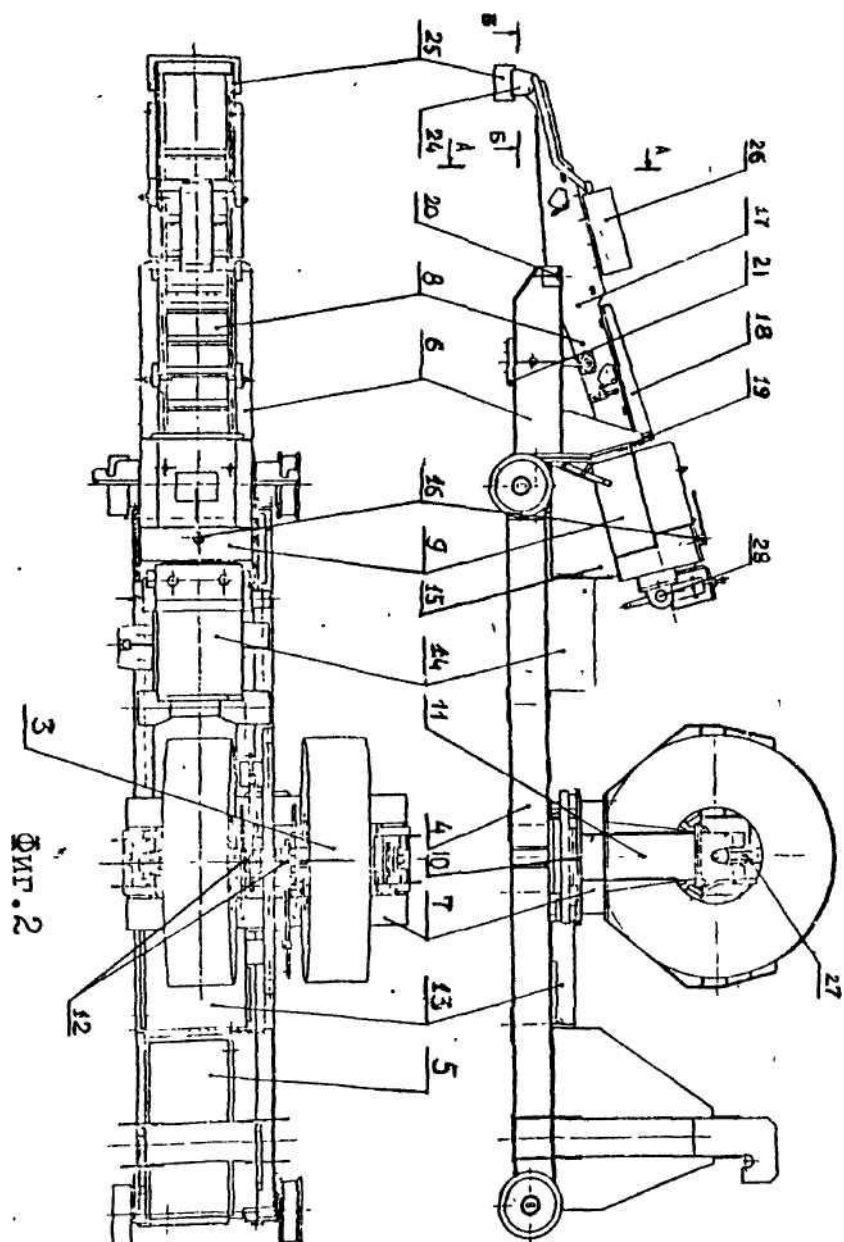
Условный номер плавки	Марка разливае- мой стали	Марка стали ленты	Величина смещения		Величина угла	
			В верти- кальной плоскости	В горизон- тальной плоскости	а	Р
1	С9Г2С : 3сп		0	0	0	0
2						
3			0,010	0,05	1	6
4			0,020	0,15	2	8
5			0,035	0,18	3	12
6			0,050	0,20 ,	4	15
7			0,060	0,30	6	20
8			0,010	0,18	1	12
9			0,035	0,05	3	6

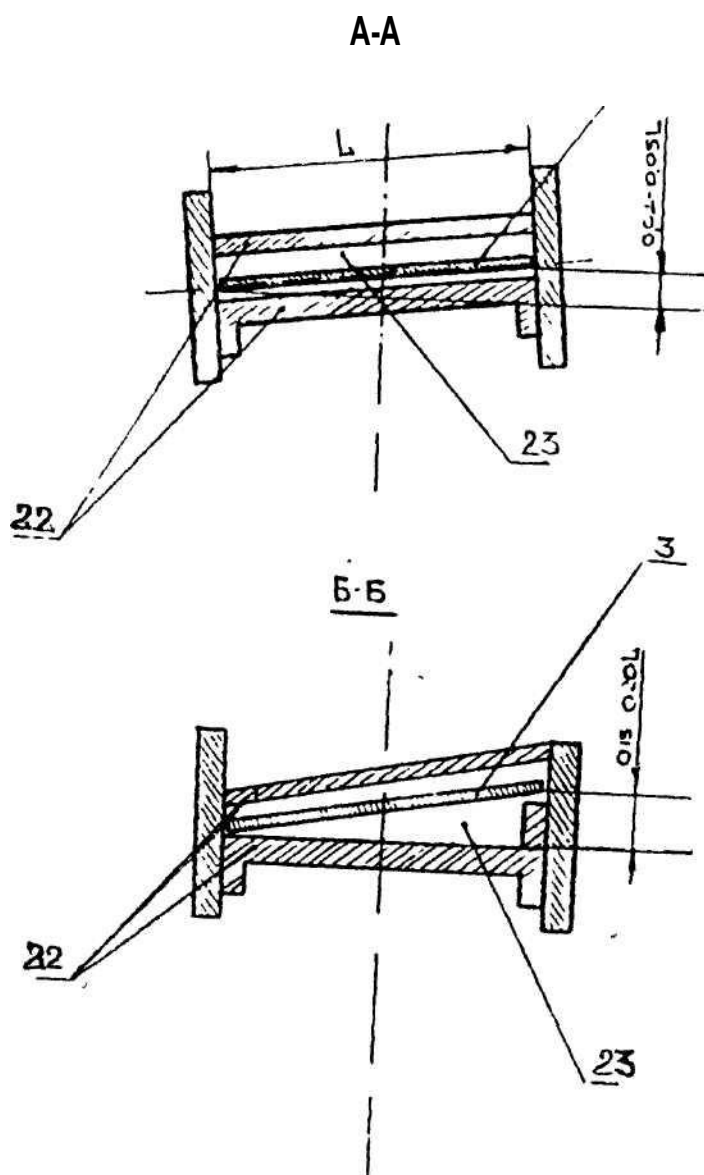
Продолжение табл. 2

Условный номер плавки	Размер зо- ны столбча- тых кристаллов,	Осевая ликвация, балл	Осевая рыхлость, балл	Точечная ликвации. балл	Отсортиров- ка листов, %	Вариант разливки
1	76	2,0	2,0	1,0	3,2	Базовый прототип
2	49	1,5	1,5	1,0	2,4	
3	49	1,5	1,5	1,0	2,2	
4	25	0,5	0,5	0,5	0,7	
5	22	0,5	0,5	0,5	0,45	
6	24	0,5	0,5	1,0	0,5	
7	36	1,0	1,0	1,0	1,2	
8	33	1,0	1,5	1,0	1,8	
9	37	1,0	1,5	1,0	1,8	



Фиг.х





Фиг.3

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор К.Папп

Замовлення 4504

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, КиТв-53, Львівська пл., 8