

~~Р2~~
~~ИЗ97~~

~~ЦАМИ~~

ИЗЫСКАНИЕ И ВЫБОР ДЕШЕВЫХ
ЖАРОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛИТЫХ
ДЕТАЛЕЙ КАМЕР ГАЗИФИКАЦИИ
ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ,
РАБОТАЮЩИХ НА ДРЕВЕСНОМ ТОПЛИВЕ

Министерство автомобильной промышленности Союза ССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ И АВТОМОТОРНЫЙ ИНСТИТУТ

ИАМИ

Отдел автомобильных
материалов

Литейная лаборатория

ИЗЫСКАНИЕ И ВЫБОР ДЕШЕВЫХ
ЖАРОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛИТЫХ
ДЕТАЛЕЙ КАМЕР ГАЗИФИКАЦИИ
ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ,
РАБОТАЮЩИХ НА ДРЕВЕСНОМ ТОПЛИВЕ

Технический отчёт арх. № 5570,

Директор _____
А. ОСИПЯН

Зам. директора
по научной работе _____
И. КОЗЛОВСКИЙ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ АВТОМОБИЛИ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР

1412 $\frac{4}{62}$

~~РР/~~
W397

Ж1
44339

РАБОТАЮЩИХ НА ДЕРЕВЯНОМ ТОПЛИВЕ
ТАЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ
ДЕТАЛЕЙ КАМЕР ГАЗИФИКАЦИИ
ЖАРСТОЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УПРЯЖИ
НАРЫСКИ И ВЫБОР ДЕТАЛЕЙ

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ ИР

Директор

А Н Н О Т А Ц И Я

Целью работы является рекомендация химического состава и термообработки сплава для литых горловин камер газификации газогенераторов, работающих на древесном топливе.

Работа 1955 г. включала:

1. Лабораторные исследования термостойкости хромистого сплава.

2. Отливку, термическую обработку горловин и сборку 22 газогенераторов.

3. Эксплуатационные испытания газогенераторов с опытными горловинами.

1. Разработана лабораторная методика сравнительных испытаний термостойкости на моделях горловин камер газификации.

2. Отливка в производственных условиях горловин различной конфигурации и сложности из хромистого сплава показала возможность получения качественного литья.

3. В автохозяйствах леспромхозов проводятся испытания 22 газогенераторов оснащенных горловинами из опытного сплава. После 17 тыс. км пробега автомобилей горловины находятся в рабочем состоянии.

Эксплуатационные испытания подтверждают лабораторные исследования и позволяют рекомендовать для практического применения литейный хромистый сплав, содержащий:

0,45-0,65% углерода, 1,2-2,0% кремния, 8-11% хрома, 0,5-0,7% марганца.

Отливки должны подвергаться термообработке по режиму: нагрев при 900° в течение 1,5 часов, охлаждение с печью до температуры не выше 500° , дальнейшее охлаждение на воздухе.

Твердость после термообработка - 92 - 100 R_B

О Г Л А В Л Е Н И Е

ВВЕДЕНИЕ	1
А. Исследование термостойкости хромистого сплава	3
Б. Отливка и подготовка к испытаниям горло- вин камер газификации	14
В. Эксплуатационные испытания горловин . . .	17
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.	22

В В Е Д Е Н И Е

Срок службы современных конструкций камер газификации газогенераторных автомобилей, работающих на древесном топливе не превышает 10-15 тыс. км.

Наиболее напряженной деталью является горловина камеры газификации.

Анализ причин разрушения горловин камер газификации показал, что разрушение их происходит из-за недостаточной термостойкости и жаростойкости применяемых материалов.

В 1954 г. в Литейной лаборатории проводились исследования литейных среднеуглеродистых хромкремнистых, хромомарганцевых и хромомарганцетитановых сплавов.

В лабораторных условиях изучались:

литейные свойства сплавов, превращения в сплавах, механические свойства, окалинностойкость и термостойкость сплавов.

В результате проведенной работы выявился оптимальный состав литейного хромистого сплава: 0,40-0,65% углерода, 1-2% кремния, 8-11% хрома, 0,5-0,7% марганца, до 0,04% серы, до 0,08% фосфора.

Целью настоящей работы является рекомендация химического состава и термообработки сплава для литых горловин камеры газификации газогенераторов, работающих на древесном топливе.

Работа 1955 года включала:

1. Лабораторные исследования термостойкости хромистого сплава.

2. Отливку, термическую обработку горловин и сборку 22 генераторов для проведения эксплуатационных испытаний.

3. Эксплуатационные испытания газогенераторов с опытными горловинами в автохозяйствах леспромхозов. Пробег автомобилей 10-15 тыс. км.

Выполнение лабораторной части работы проводилась группой в составе ст.инженера Левитана М.М., ст.мастера

Сергеевой З.А. и литейщика Королева Ф.А.

Подготовка газогенераторов к испытаниям и организация испытаний проводились совместно с Отделом газогенераторных и газобаллонных автомобилей.

А. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ ХРОМИСТОГО СПЛАВА

Анализ работы газогенераторов на древесном топливе /1/ показывает, что горловина камеры газификации в процессе эксплуатации претерпевает длительный нагрев при температурах порядка 700-900°.

Наиболее существенными факторами, которые определяют долговечность горловины являются жаростойкость и термостойкость материала /1/.

Сравнительная оценка жаростойкости в процессе длительного нагрева при 300° /1/ показала, что стойкость хромистого сплава, содержащего 0,40-0,65% углерода, 1-2% кремния, 8-11% хрома, против окисления в атмосфере воздуха достаточно высока и значительно превосходит жаростойкость литой углеродистой стали /0,2% углерода/.

Для оценки склонности материала горловины к разрушению в условиях переменных температур в 1954 г. была предложена методика лабораторных испытаний термостойкости на образцах представляющих собой модель горловины Г-80.

Схема испытания показана на фиг. 1 и 2:

Как следует из приведенной схемы, испытываемый образец подвергается одностороннему, периодическому нагреву и охлаждению до появления трещин на поверхности образца.

Сопоставление характера разрушения образующего на моделях горловин после указанного выше испытания с характером разрушения реальной детали показало, что трещины в образце и горловине имеют одинаковую ориентировку /1/.

В работе 1954 г. пользуясь этой методикой изучалось влияние состава хромистого сплава на термостойкость моделей горловин Г-80.

Однако при оценке термостойкости хромистого сплава

не учитывался такой весьма существенный элемент работы материала горловины как длительный нагрев при высоких температурах и влияние его на термостойкость.

Кроме факторов технологического порядка, определяющих собой свойства материала, термостойкость также зависит от конструкции горловины.

Оценка пригодности той или иной конструкции обычно производится в процессе эксплуатации газогенератора и является длительной и весьма трудоемкой операцией. Представляется целесообразным проверить возможность использования предложенной методики для сравнительной оценки термостойкости различных конструктивных вариантов горловины.

В связи с изложенным выше в данном разделе работы рассматриваются следующие вопросы:

1. Исследование влияния продолжительности отжига на механические свойства сплава.
2. Исследование влияния продолжительности отжига на термостойкость материала.
3. Сопоставление термостойкости моделей двух конструкций горловин Г-80 и Г-80Г.

ПЛАВКА МЕТАЛЛА И ПРИГОТОВЛЕНИЕ ОБРАЗЦОВ

Лабораторные исследования проводились с двумя литыми сплавами:

- а) Хромистым, содержащим 0,45-0,60% углерода, 1-2% кремния, 9-10% хрома;
- б) Сильхромом, содержащим 0,35-0,50% углерода 3-3,5% кремния, 7-9% хрома.

Плавка металла производилась в индукционной печи емкостью 20 кг с кислой футеровкой, работающей от лампового генератора мощностью 60 кв.

В качестве шихтовых материалов для приготовления сплавов использовались чугуны и ферросплавы химический состав

которых приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Материалы	C	Si	Mn	S	P	
Чугун литейный						
ЛК-0	3,36	2,72	0,75	-	0,058	0,056
- " - КД-2	3,84	0,52	0,18	-	н.о.	н.о.
сталь 10	0,13	0,04	0,32	-	0,024	0,029
Ферромарганец МНЗ	6,50	1,3	73,88	-	0,03	н.о.
Ферросилиций Сн 45	0,12	43	-	-	н.о.	н.о.
Феррохром Хр00	0,2	0,4	-	74	н.о.	н.о.
- " - Хр.2	1,45	1,5	-	66	-	-

Металлом заливались заготовки для механических испытаний /фиг. 3/ и формы образцов для испытания термостойкости.

Химический состав, выплавленных сплавов приведен в таблице 2.

Таблица 2

№ плавов	Состав, %						Температура перегрева металла °С х/
	C	Si	Mn	Cr	S	P	
150	0,47	0,94	0,49	8,5	н.о.	н.о.	н.о.
162	0,39	0,99	0,44	8,5	н.о.	н.о.	н.о.
152	0,50	0,94	0,50	9,49	н.о.	н.о.	1500
156	0,59	0,94	0,54	10,7	н.о.	н.о.	1475
165	0,53	1,08	0,43	9,1	н.о.	н.о.	1500
157	0,52	1,02	0,50	9,20	н.о.	н.о.	н.о.
153	0,59	1,15	0,52	9,07	н.о.	н.о.	н.о.
151	0,49	1,45	0,51	9,17	0,030	0,039	1490
168	0,65	1,94	0,55	11,2	0,031	0,038	1480
138	0,42	3,16	0,44	8,0	0,034	0,043	1480
140	0,40	3,40	0,55	7,85	н.о.	н.о.	1465
148	0,48	3,48	0,25	7,5	0,034	0,041	н.о.
145	0,46	3,52	0,46	7,35	0,040	0,039	1500
149	0,40	3,5	0,46	7,7	н.о.	н.о.	н.о.
163	0,39	3,5	0,46	7,16	н.о.	н.о.	н.о.
164	0,48	3,51	0,44	7,7	н.о.	н.о.	н.о.

х) Температура по оптическому пирометру без поправки на излучение черного тела.

а) ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОТЖИГА
НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ.

Оценка механических свойств исследуемых сплавов производилась испытанием образцов на растяжение и определением предела прочности, предела текучести и относительного удлинения.

Литые заготовки для образцов подвергались термической обработке по режимам, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Индекс обработки	Содержание режима термообработки
Д	Нагрев до 900° , выдержка при 900° - 1,5 часа, охлаждение с печью до 600° , дальнейшее охлаждение на воздухе;
Х	Нагрев до 900° , выдержка при 900° - 8 часов, охлаждение с печью до 600° , дальнейшее охлаждение на воздухе;
П	Нагрев до 900° , выдержка при 900° - 24 часа, охлаждение с печью до 600° , дальнейшее охлаждение на воздухе.

После указанной термической обработки заготовок вытаскивались образцы для испытания на растяжение диаметром 10мм.

Результаты механических испытаний образцов приведены в таблице 4.

Таблица № 4

Результаты механических испытаний исследуемых сплавов /среднее по 3-5 образцам/.

Индекс термо-работ-	№№ плавов	состав, %			Предел прочности, кг/мм ²	Предел текучести, кг/мм ²	Относительное удлинение %	Твердость РВ
		С	Si	Cr				
Д	138	0,42	3,16	8,0	55,4	-	0,31	96-100
	163	0,39	3,5	7,13	52,4	-	0,31	102-103
	152	0,50	0,94	9,49	56,4	27,6	5,0	91-93
Х	163	-	-	-	58,7	56,3	0,37	102-105
	152	-	-	-	53,5	25,0	4,0	90-92
П	153	0,59	1,15	9,07	57,9	28,8	6,2	89-92
	164	0,48	3,51	7,7	59,4	56,9	0,54	100-101

Из приведенных данных следует, что нагрев хромистого сплава и сильхрома при 900° в течение 1,5-24 часов практически не сказывается на механических свойства при статическом растяжении.

На фиг. 4 и 5 показаны микроструктуры образцов хромистого сплава и сильхрома после отжига при 1,5 часовой и 24 часовой выдержке.

Из приведенного следует, что после 24 часовой выдержки исследуемых сплавов при 900° отмечается некоторое укрупнение карбидов.

Изломы образцов после испытания на растяжение показаны на фиг. 6

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОТЖИГА НА
ТЕРМОСТОЙКОСТЬ СПЛАВОВ.

Испытание проводилось на образцах, представляющих собой модель горловины Г-80 в масштабе 1 : 3.

Из сопоставления чертежей модели и самой горловины /фиг. 7 и 8/ видно, что по отношению к некоторым элементам конструкции детали полное геометрическое подобие не было выдержано. Толщина стенки образца была увеличена. Таким образом, чтобы обеспечить направленное затвердевание металла и устранить возможность образования усадочных рыхлот в рабочем сечении образца.

Отливка образцов производилась по технологии, показанной на фиг. 9.

Образцы отливались из хромистого сплава и сильхрома, химический состав которых приведен в табл. 2.

Перед испытанием образцы подвергались термической обработке по режимам, описанным в табл. 3.

Выбор и обоснование методики испытания подробно описаны в /1/.

Испытание образцов состояло в следующем:

Образец устанавливался на под"емный стол установки и подводился к двухвитковому индуктору. Зазор между поверхностью образца и витками индуктора - 2 мм.

Снаружи поверхность образца непрерывно охлаждадалась водой через кольцевой спрейер /фиг. 1/.

Нагрев внутренней поверхности образца продолжался 30 сек.

Температура поверхности колебалась в пределах 880-920°.

После окончания нагрева образец охлаждался в течение 60 сек. до 50-60°.

После чего цикл испытания повторялся до появления трещин в образце.

Начало образования трещины улавливалось по характерному треску.

Результаты испытания термостойкости образцов приведены в табл. 5.

Таблица 5

Термостойкость исследуемых сплавов
/среднее по 2-3 образцам/

Индекс термообработки	№№ плавов	Состав, %			Число циклов до появления трещины	Примечание
		C	Si	Cr		
Z	145	0,46	3,52	7,35	2	
	150	0,47	0,94	8,5	50	Трещин не обнаружено.
X	1450	-	-	-	1	
	150	-	-	-	50	Трещин не обнаружено
П	148	0,48	3,46	7,5	1	
	156	0,59	0,94	10,7	50	Трещин не обнаружено.

Из приведенных данных табл. 5 следует, что увеличение продолжительности отжига при 900°С, с 1,5 до 24 часов не сказывается на термостойкости исследуемых сплавов.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ МОДЕЛЕЙ ГОРЛОВИН

Г-80 и Г-80Г

Размеры и форма образцов для испытания термостойкости приведены на фиг. 8- и 10 /в дальнейшем изложении образцы показанные на фиг. 8 и 10 соответственно будут обозначаться буквами А и Б/.

Образец А и технология его получения подробно описаны выше.

Образец Б представляет собой модель горловины Г-80Г /фиг. 11/. в масштабе 1 : 3.

Как это следует из фиг. 10 образец Б имеет некоторое отличие от самой горловины.

Так, толщина стенки, из соображений технологии отливки, несколько увеличена.

Для упрощения отливки образец сделан без фланца.

По отношению к остальным элементам головки выдержано полное геометрическое подобие.

Образец Б отливался в сухих печчаных формах, как показано на фиг. 12 и 13.

При заливке форм в соответствии с технологией, показанной на фиг. 13 почти во всех образцах образовывались усадочные трещины со стороны питания /фиг. 14/.

После изменения технологии заливки /фиг. 13/ указанные выше дефекты заметно уменьшились.

Почти полностью были устранены усадочные трещины, когда отливка быстро освобождалась от центрального стержня после заливки форм металла.

Испытание термостойкости образцов А проводилось по методике описанной выше.

Как показали исследования температурной напряженности в горловине Г-80Г, проведенные в лаборатории газогенераторного процесса Отдела газогенераторных и газобаллонных автомобилей /2/ наиболее нагретой частью горловины является внутренний конус, температура стенки которого доходит до 1050° /при работе на угле/.

Остальная часть нагревается до 700° /фиг. 15/.

При таком распределении температур /фиг. 15/ наиболее напряженным местом является зона перехода внутренней наиболее нагретой части к наружной сравнительно менее нагретой части.

Исходя из необходимости воспроизведения в лабораторных условиях этого наиболее существенного, с точки зрения термостойкости, элемента конструкции горловины методика испытания состояла в нагреве внутренней части /конуса/ образца и интенсивном охлаждении остальной части образца.

После опробования различных вариантов была принята следующая схема испытания /фиг. 16 и 17/.

Образец устанавливался в специальную ванну с проточной водой, которая обеспечивала интенсивное охлаждение наружной части образца.

При помощи под"емного стола образец подводился к коническому многовитковому индуктору /фиг. 18/. Зазор между витками и поверхностью конуса составлял - 2 мм.

После нагрева конической части в течение 30 сек до температуры $900-920^{\circ}$ образец охлаждался в течение 4,5 минут до температуры $60-80^{\circ}$.

Охлаждение нагретой части образца обеспечивалось кольцевым воздушным охладителем, помещенным над образцом.

Испытанию подвергались образцы изготовленные из хромистого сплава и силъхрома.

Результаты испытания термостойкости образцов приведены в таблице 6

Таблица 6

Индекс термической обработки	Модель образца	№ плавки	Состав, %			Число циклов до разрушения	Примечание
			C	Si	C ₂		
Д	А	145	0,46	3,52	7,35	2	
	В	149	0,40	3,5	7,7	6	
	А	150	0,47	0,94	8,5	50	Трещин нет
	В	151	0,49	1,45	9,17	55	- " -
Х	А	154	-	-	-	1	
	В	140	0,40	3,40	7,85	9	
	А	150	-	-	-	50	Трещин нет
	В	157	0,52	1,02	9,20	50	- " -

Из приведенных данных следует, что :

1. Термостойкость образцов А и В, изготовленных из хромистого сплава практически одинакова.

2. При испытании образцов, изготовленных из сильхрома несколько большей термостойкостью обладают образцы В.

Так, термостойкость образцов А составляет в среднем 2 цикла, образцов В - 6-9 циклов.

Анализ появления и распространения трещин показывает, как это видно из фиг. 19 и 20, что последние появляются на

внутренней поверхности образца, а потом распространяются вглубь и имеет кольцевое расположение.

Сопоставление характера разрушения образца с разрушением в реальной горловине /фиг. 21/ показывает, что трещина как в первом так и во втором случае имеют одинаковую ориентировку.

В В В О Д Ы

1. Механические свойства при растяжении образцов из хромистого сплава содержащего 0,45-0,60% углерода, 1-1,5% кремния, 8-10% хрома и сильхрома содержащего 0,4-0,5% углерода, 3,0-3,5% кремния, 8% хрома.

Практически не изменяются при увеличении продолжительности отжига при 900° от 1,5 до 24 часов.

2. Термостойкость хромистого сплава и сильхрома, определяемая по числу циклов до разрушения образца, практически не зависит от продолжительности нагрева при 900°.

3. Сравнительные испытания термостойкости образцов А и Б, представляющих собой модели горловин Г-80 и Г-80Г показали, что при изготовлении их из сильхрома лучшие результаты показал образец Б.

Образцы А и Б из хромистого сплава ведут себя практически одинаково.

Б. ОТЛИВКА И ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЯМ ГОРЛОВИН КАМЕР ГАЗИФИКАЦИИ

В соответствии с результатами лабораторных исследований, проведенных в 1954 г. для изготовления горловин камер газификации был, принят следующий химический состав материала:

0,40-0,65% углерода, 1-2% кремния
8-11% хрома, 0,5-0,7% марганца,
0,04% и 0,08% фосфора.

Для отливки были приняты горловины Г-80 /плоская /,
Г-80Г и УралЗИС-352 /фиг. 7, 11 и 22/.

ПЛАВКА МЕТАЛЛА

Плавка металла производилась в 900 кг дуговой трех-
фазной электродной литейного цеха ЗОК.

В состав шихты для плавки вошли следующие материалы:

феррохром ХР2	- 15%
сталь 30	- 81%
Ферромарганец МНЗ	- 0,5%
Ферросилиций Сп 45	- 3,5%

Плавка велась с окислением ванны.

Феррохром загружался в печь после расплавления стали
и раскисления ванн ферромарганцем и ферросилицием.

Всего было сделано две плавки /№ 21 и 33/ весом по
900 кг каждая.

Результаты химического анализа металла приведены в
таблице 7.

Таблица 7

№ плавки	Содержание элементов, %					
	C	Si	Mn	Cr	P	S
21	0,43	1,45	0,58	9,4	0,029	0,075
33	0,61	1,75	0,40	10,2	0,044	0,043

ТЕХНОЛОГИЯ ОТЛИВКИ ДЕТАЛЕЙ

Отливка горловин производилась по технологии показанной на фиг. 23, 24.

Температура перегрева металла 1500° /по оптическому пирометру/.

Как видно из схемы фиг. 23, 24 заливка форм горловин Г-80 и Г-80Г производилась одновременно через два стояка с тем, чтобы обеспечить более равномерное заполнение металлом.

При такой технологии заливки почти полностью устранялись усадочные трещины, которые обычно имели место при одностороннем подводе металла.

Всего было отлито горловин.

плавка 21 - Г-80 и	- 3 шт.
Г-80Г	- 8 шт.
УралЗИС-352	- 9 шт.
плавка 33 - УралЗИС - 352	-16 штук
Г-80Г.	- 4 шт.

ТЕРМСОБРАБОТКА ОТЛИВОК

После обрубки литников и очистки от пригоревшей земли отливки горловин подвергались термической обработке.

по режиму:

Нагрев с печью до $900-920^{\circ}$,
Выдержка при $900-920^{\circ}$ - 1,5 часа.
Охлаждение с печью до 500°
дальнейшее охлаждение на воздухе
Твердость после термической обработки
- 98-100 Rb.

ПОДГОТОВКА ГОРЛОВИН И ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ К ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ИСПЫТАНИЯМ.

В соответствии с намеченной программой работы на ЗОК-е были собраны 10 газогенераторов оснащенных горловинами из опытного хромистого сплава.

Из 10 горловин 2 типа Г-80 и 8 типа Г-80Г.

Горловины подвергались механической обработке протачиванию фланца и плоскости крепления горловины к камере газификации.

12 горловин УралЗИС-352 после механической обработки были отправлены на Минский тракторный завод для установки их на серийные газогенераторы.

В. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГОРЛОВИН

а) Испытания горловин Г-80

Как уже указывалось выше к эксплуатационным испытаниям были подготовлены 10 газогенераторов, оснащенных горловинами Г-80 и Г-80Г.

Все указанные газогенераторы были отправлены в леспромысловые хозяйства Московской области.

Распределение газогенераторов по автохозяйствам леспромысловых хозяйств показано в таблице 8.

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР

1412 $\frac{4}{62}$

Таблица 8

№ пп	№ Газогенератора	№ шасси	Характеристика газогенератора	Наименование автохозяйства
1	41	91-50	Литая камера	Нарофоминский леспромхоз.
2	42	07-05	С горловиной фиг.11	-"-
3	43	91-47	Литая камера	-"-
4	44	07-04	С горловиной фиг.7	-"-
5	45	91-46	Горловина фиг. 11	-"-
6	34 ^x		Литая камера, с горловиной фиг.11	НАМИ
7.	37		Литая камера с горловиной фиг.11	Егорьевский леспромхоз.
8	38		Сварная камера с горловиной Урал-ЗИС-352	-"-
9	39		"-"	-"-
10	40		литая камера с горловиной фиг.11	-"-

х) газогенератор угольный, работал на полукоксе.

ИСПЫТАНИЕ ГОРЛОВИН УРАЛЗИС- 352

В целях проверки работоспособности в условиях эксплуатации экспериментальных вкладышей камеры газификации Урал-ЗИС-352 на Минском тракторном заводе были собраны 12 газогенераторов УралЗИС-352 и установлены на шасси трелевочных тракторов НТ-12.

В таблице 9 указаны № газогенераторов с экспериментальными горловинами УралЗИС-352.

Таблица 9

№ пп	№ газогенераторов	№ тракторов	Наименование хозяйств
1	6013	21436	Толицкий мехлесокомбинат
2	6011	21437	Лесозаготовительная к-ра № 540
3	6001	21438	Гомельский лесотехникум.
4	6005	21439	Хойницкий леспромхоз
5	6006	21440	- " -
6	6009	21442	Трест Сталинскипромстрой
7	6014	21443	Кировская контора Росконсерватора
8	6010	21444	Ст.Пешка 3 им.Орджоникидзе.
9	6000	21449	Репеевский леспромхоз
10	6004	21452	В/часть № 31578
11	6003	21457	Хоровский леспромхоз
12	6001	21448	Сыктывкарский ремонтный мехзавод.

Данные о пробеге и состоянии указанных выше газогенераторов приведен в табл. 10

Таблица 10

№ газогенераторов	№ шасси	Тип горловины	пробег км	примечание.
34		Г-80Г/новая/	13000	Кольцевая трещина в горловине.
37		-"-	4.500	Генераторы.
38		Урал ЗИС-352	4.500	Работают нормально
39		-"-	4.500	-"-
40		Г-80Г/новая/	4.500	-"-
41	91-50	-"-	10062	Горловины в
42	07-05	-"-	17414	хорошем состоянии.
43	91-47	Г-80/плоская	12110	Генераторы продолжат эксплуатироваться
44	07-04	Г-80Г/новая	12962	
45	91-46	Г-80Г/новая	6000	
6000	21449	УралЗИС-352	206час	Генераторы в удовлетворительном состоянии
6011	21437	-"-	-	

Из приведенных данных следует, что горловины газогенераторов, работающих на древесном топливе после пробега автомобилей 4,5-17 тыс. км находятся в рабочем состоянии.

Газогенераторы продолжают нормально эксплуатироваться.

Газогенератор № 34 после 13 тыс. км вышел из строя из-за разрушения горловины.

Необходимо отметить, что указанный газогенератор последние 8 тыс. км работал на полукоксе.

Осмотр горловины показал, что имеет место коробление внутреннего конуса и искажение проходного сечения.

Поверхность внутренней части горловины покрыта плотным слоем окалины /фиг. 26/.

Как показали исследования проведенные в лаборатории газогенераторного процесса /2 / максимальная температура стенок горловины газогенератора, работавшего на угле значительно выше /на 200-250/ чем при работе на древесном топливе и ~~доходит~~ до 1150° .

При таких условиях к материалу горловин должны быть предъявлены более высокие по сравнению с условиями работы на древесном топливе требования жаростойкости и жаропрочности.

ВЫВОДЫ

1. В производственной дуговой электропечи проведены две плавки хромистого сплава содержащего 0,40-0,65% углерода, 1-20% кремния, 8-10% хрома. Показано, что литейные свойства хромистого сплава обеспечивают получение качественного литья при отливке горловин различной конфигурации и сложности.

2. Проводятся эксплуатационные испытания трех конструктивных разновидностей горловин из хромистого сплава на 22 газогенераторах.

После пробега 4,5-17 тыс. км газогенераторов, работающих на древесном топливе горловины находятся в рабочем состоянии.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. В автохозяйствах леспромхозов проводятся испытания 22 газогенераторов, оснащенных горловинами из опытного сплава.

После 4,5-17 тыс. км пробега автомобилей горловины находятся в рабочем состоянии. Испытания газогенераторов продолжают-ся.

Эксплуатационные испытания подтверждают лабораторные исследования и позволяют рекомендовать для практического применения литейный хромистый сплав, содержащий:

углерода	- 0,45	- 0,65%
кремния	- 1,2	- 2,0%
хрома	- 8	- 11 %
марганца	- 0,5	- 0,7%
серы	до 0,04%	
фосфора	до 0,08%	

Отливки должны подвергаться термической обработке по режиму:

Нагрев при 900° в течение 1,5 часов.

Охлаждение с печью до температуры не выше 500°, дальнейшее охлаждение на воздухе.

Твердость после отжига - 92 - 100. RB

2. Отливка в производственных условиях горловин различной конфигурации и сложности из хромистого сплава показала возможность получения качественного литья.

Для приготовления сплава могут быть использованы следующие ферросплавы и металлы:

Фаррохром среднеуглеродистый марки ХР2

Ферромарганец доменный марки МНЗ

Ферросилиций марки Si 45 или Si 75

Стальные отходы с содержанием углерода 0,3%

3. Разработана лабораторная методика сравнительных испытаний термостойкости на моделях горловин камер газификации.

По разработанной методике проведены сравнительные испытания литейного силхрома и хромистого сплава.

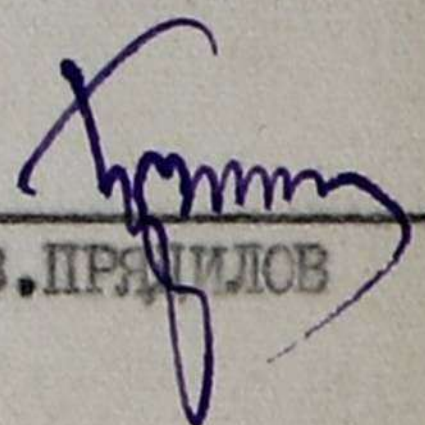
а) Показано, что изменение продолжительности отжига при 900° с 1,5 до 24 часов

на оказывает влияния на термостойкость обоих сплавов.

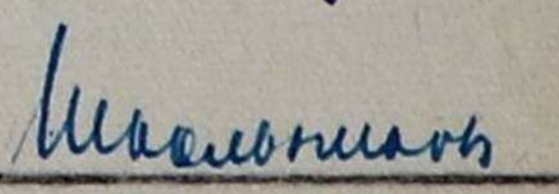
б) Сравнительные испытания моделей горловин Г-80 и Г-80Г, отлитых из силхрома /3,0-3,5% кремния/ и хромистого сплава /1-2% кремния/ показали, что термостойкость моделей отлитых из хромистого сплава практически одинакова.

При изготовлении их из силхрома несколько более высокой термостойкостью обладает модель Г-80Г /новая/.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ ОТДЕЛА
АВТОМАТЕРИАЛОВ


В. ПРЯДИЛОВ

РУКОВОДИТЕЛЬ ЛИТЕЙНОЙ
ЛАБОРАТОРИИ


Э. ШКОЛЬНИКОВ

РУКОВОДИТЕЛЬ РАБОТЫ


М. ЛЕВИТАН

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Изыскание и выбор дешевых жаростойких материалов для литья камер газификации.

Технический отчет НАМИ 1954 г.

2. Разработка газогенераторного автомобиля на базе ЗИС-150 для работы на угле северного месторождения.

Технический отчет НАМИ 1955 г.

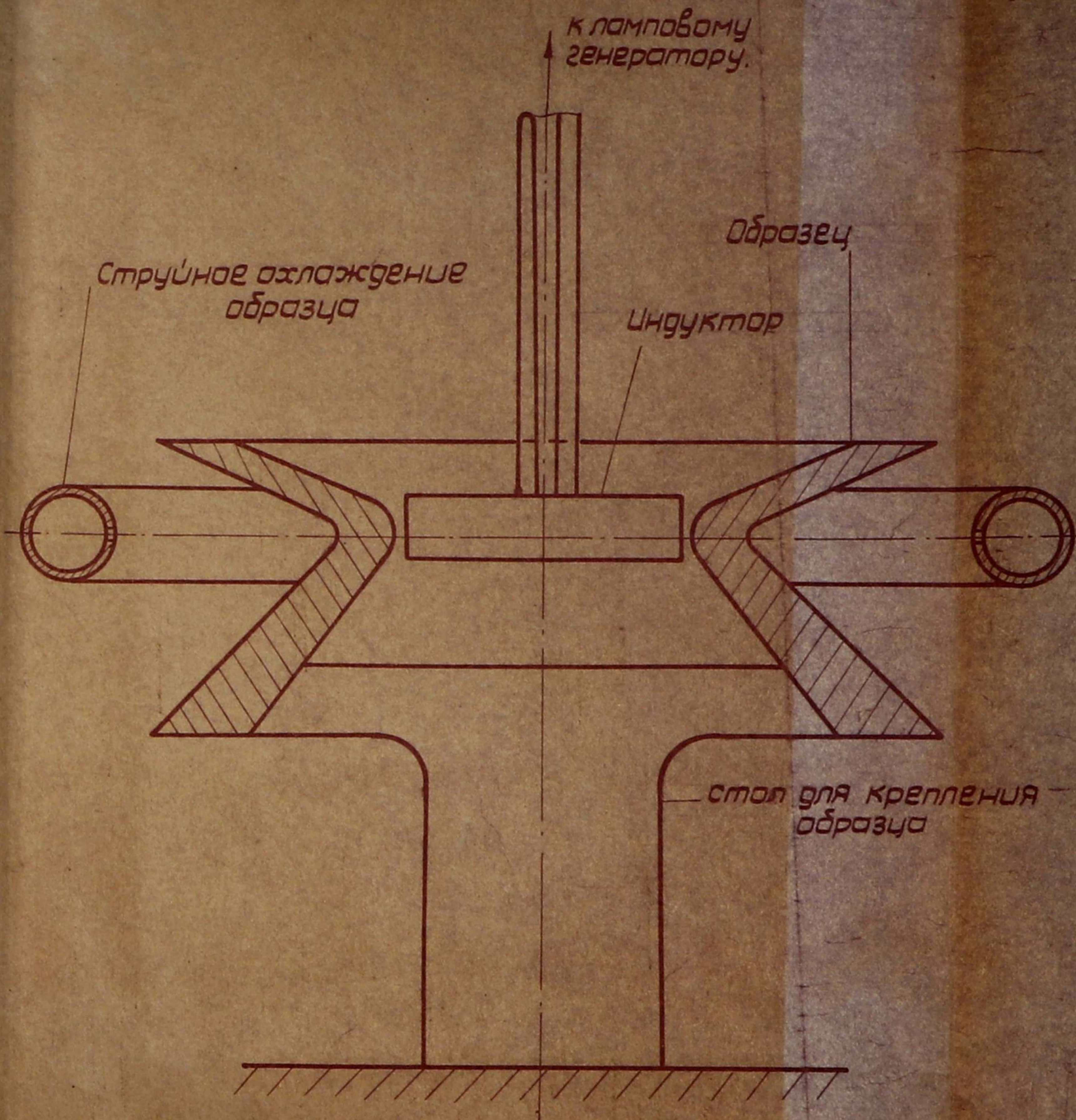
Результаты механических испытаний исследуемых сплавов при 20°

№	Размеры			мех. свойства при растяжении					Твердость, Кв
	F ₀ мм ²	l ₀ мм	l ₁ мм	P _{max} кг	P _{0,2} кг	σ _B кг/мм ²	σ _S кг/мм ²	δ ⁰ / ₀	
Д ₂	78,38	63,20	63,30	4340	нет	55,4	-	0,15	
Д ₃	78,85	63,00	63,10	4360	нет	55,4	-	0,16	
Д ₄	79,32	62,60	63,00	4460	нет	56,3	-	0,63	
Д ₅	74,05	63,55	63,75	4100	нет	55,4	-	0,31	
Д ₁	79,48	63,00	65,75	4470	2180	56,3	27,5	4,36	91-93
Д ₂	77,28	63,05	65,10	3950	2200	51,1	28,5	3,25	
Д ₁	79,80	63,50	66,70	4500	2030	56,4	25,4	5,04	
Д ₅	78,53	62,45	67,00	4860	2260	61,8	28,8	7,28	
Д ₁	79,01	64,00	64,25	4060	нет	51,5	-	0,39	102-103
Д ₃	79,01	63,00	-	4140	нет	52,3	-	-	
Д ₅	78,85	64,00	64,35	4210	нет	53,4	-	0,54	
Х ₁	79,01	63,00	66,40	4560	2260	57,6	28,6	5,39	90,92
Х ₃	79,80	64,00	66,20	4180	1660	52,5	20,8	3,43	
Х ₄	79,16	63,65	65,60	3970	2080	50,2	25,7	3,06	
Х ₁	78,69	63,50	63,80	4630	4550	58,9	57,7	0,47	102-105
Х ₃	79,32	62,95	62,80	4610	4520	58,2	57,0	-0,000	
Х ₄	79,01	62,75	63,10	4780	4590	60,5	58,1	0,55	
Х ₅	79,80	63,40	63,50	4740	4250	59,4	53,3	0,01	
П ₁	78,69	63,20	68,35	4320	2060	54,89	26,17	8,1	89-92
П ₂	78,85	64,80	68,25	4640	2310	58,84	29,29	5,3	
П ₃	78,53	64,15	67,75	4570	2340	58,19	29,79	5,6	
П ₄	79,64	65,50	69,45	4750	2410	59,64	30,25	6,0	
П ₁	78,85	63,40	63,70	4410	нет	55,92	нет	0,47	100-101
П ₂	78,38	64,50	65,00	4900	4340	63,79	55,37	0,78	
П ₃	80,22	63,70	64,10	4810	4690	60,00	58,46	0,62	
П ₄	77,13	65,00	65,20	4520	4380	58,60	56,79	0,30	

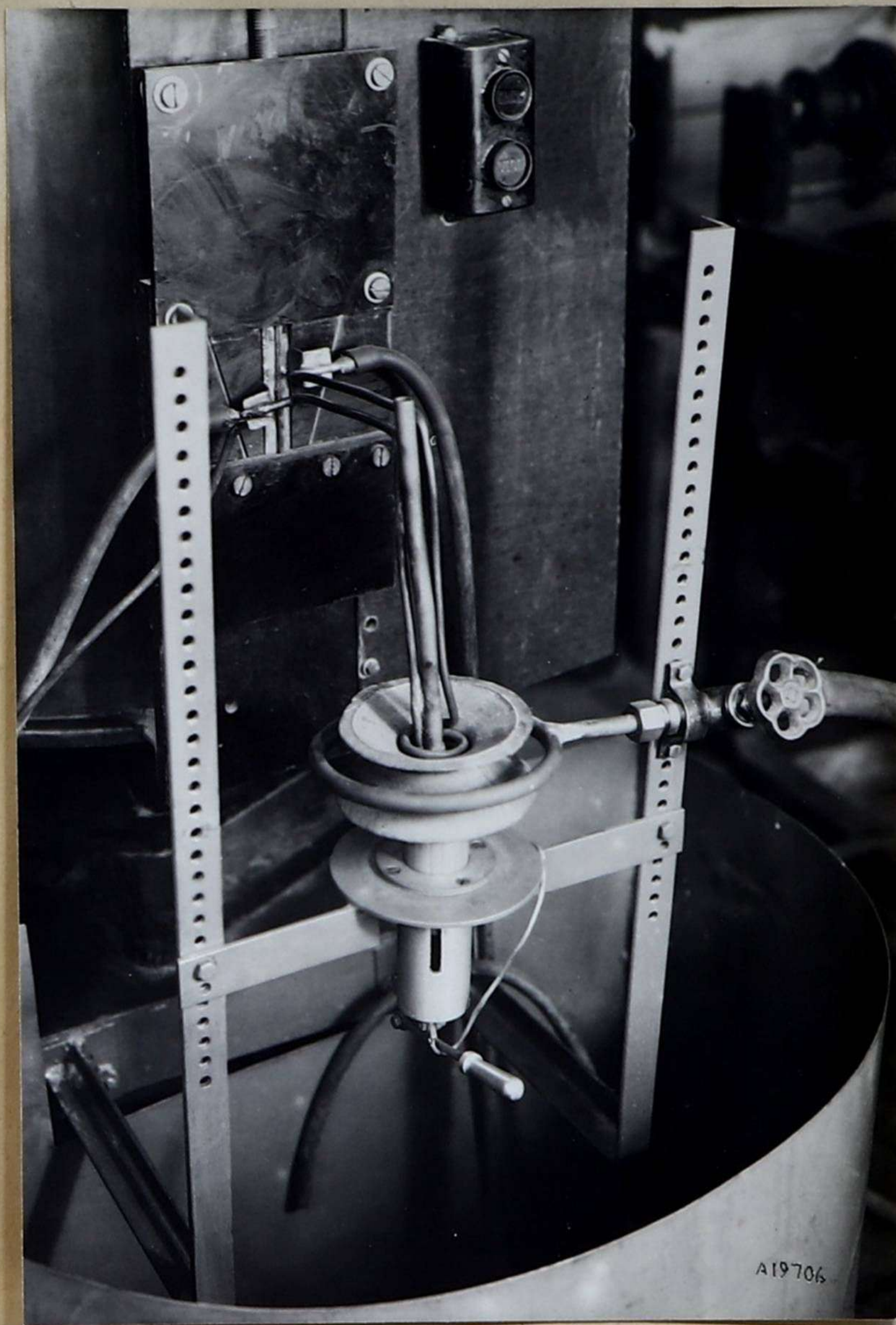
Результаты испытания термостойкости исследуемых сплавов

Марка сплава	Индекс термообработки	№№ образцов	Число циклов до появления трещин	ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕЩИН	Примечание
А	Д	145-1	1	Поперечная трещина	Трещины появились при охлаждении.
		145-2	1	" "	
		145-3	5	Поперечная и продольная трещины	
	Х	145-1	1	Незначительная трещина	
		145-4	1	Заметная трещина	
		145-3	1	Незначительная трещина	
	П	148-1	1	Поперечная трещина	Трещины появились при нагреве.
		148-2	1	" "	
		148-3	1	Незначительные трещины.	
	Д	150-1	50	Трещин не обнаружено	
		150-2	50	" "	
	Х	150-1	50	" "	Незначительная трещина
		150-2	50	" "	
	П	156-1	50	Трещин нет.	
		156-2	50	Трещин нет.	
Б	Д	140-1	2	Кольцевая трещина	Незначительн. Трещины обнаружены перед испытанием.
		140-2	5	" "	
		151-1	50	Трещины нет	
		151-2	60	Незначительная кольцевая трещина.	
		149-1	8	кольцевая трещина.	

Цель образца	Индекс термооб- работки	№№ образцов	Число циклов до появ- ления трещин.	ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕЩИНЫ	Примечание
Д		149-2	4	Кольцевая трещина	
Х		140-1	3	Кольцевая трещина	
		140-2	16	- " -	
		140-3	10	- " -	
		157-1	50	Трещин нет	
		157-2	50	- " -	

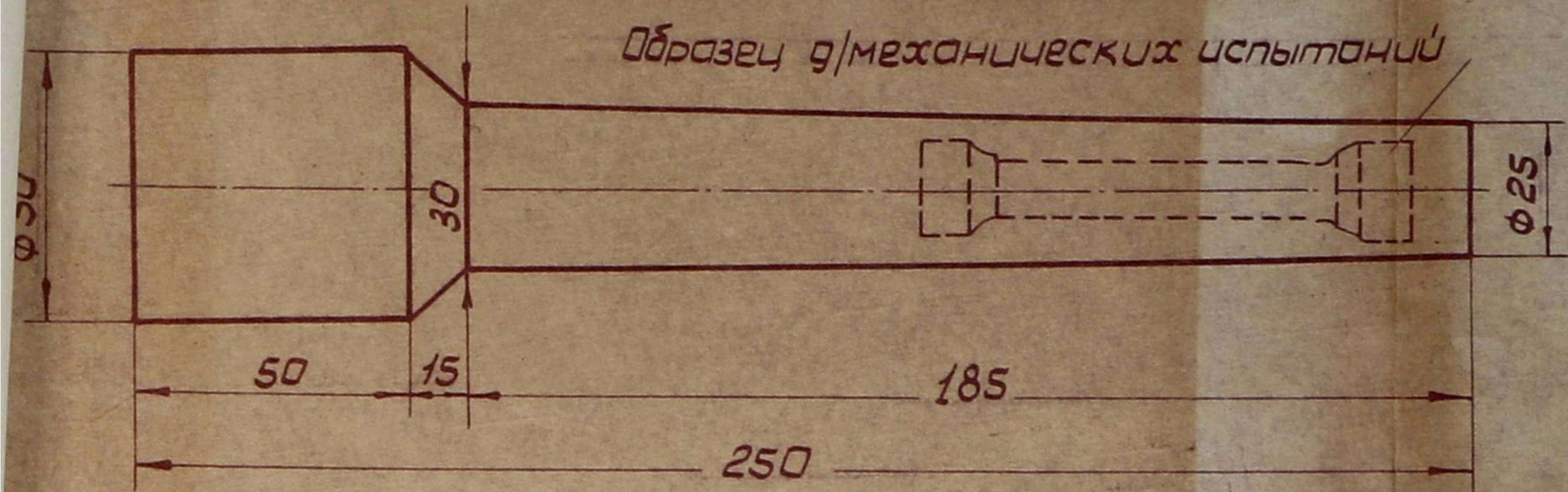


Фиг. 5/11 | Схема испытания на термостойкость.



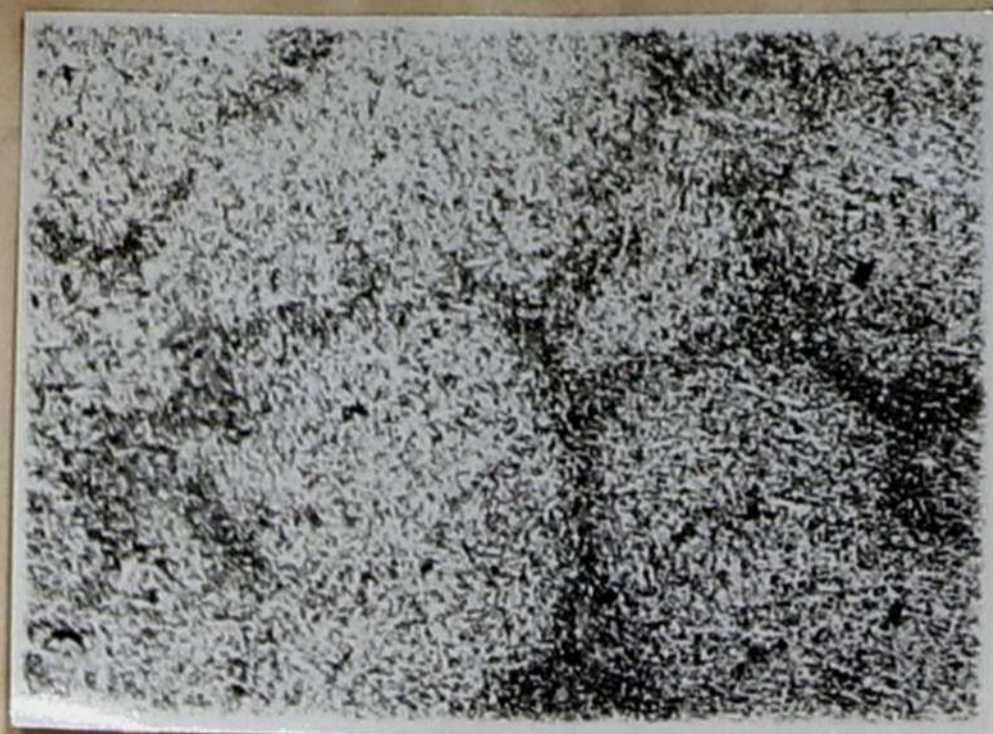
Фиг. 2 Установка для испытания термостойкости.

Образец д/механических испытаний



Фиг. 3

Эскиз литой заготовки, для механических испытаний.



пл. 152

х 500

пл. 163

Фиг. 4 Микроструктура образцов после отжига при 900° в течение 1,5 ч.



Пл. 153

х 500

пл. 164

Фиг. 5 Микроструктура образцов после отжига при 900° в течение 24 час.



пл. 152

x2,5

пл. 163

а)



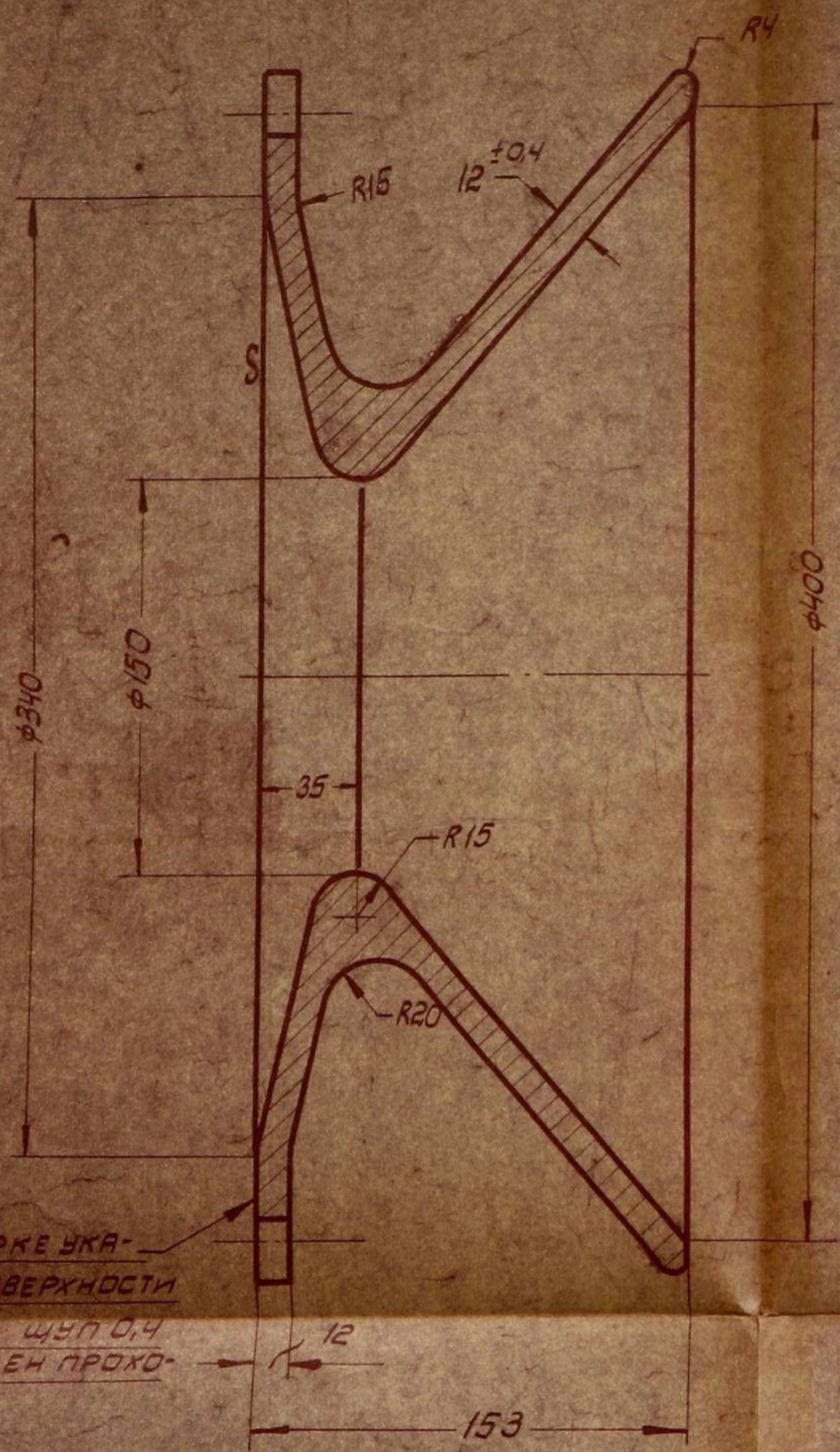
пл. 153

x2,5

пл. 164

б)

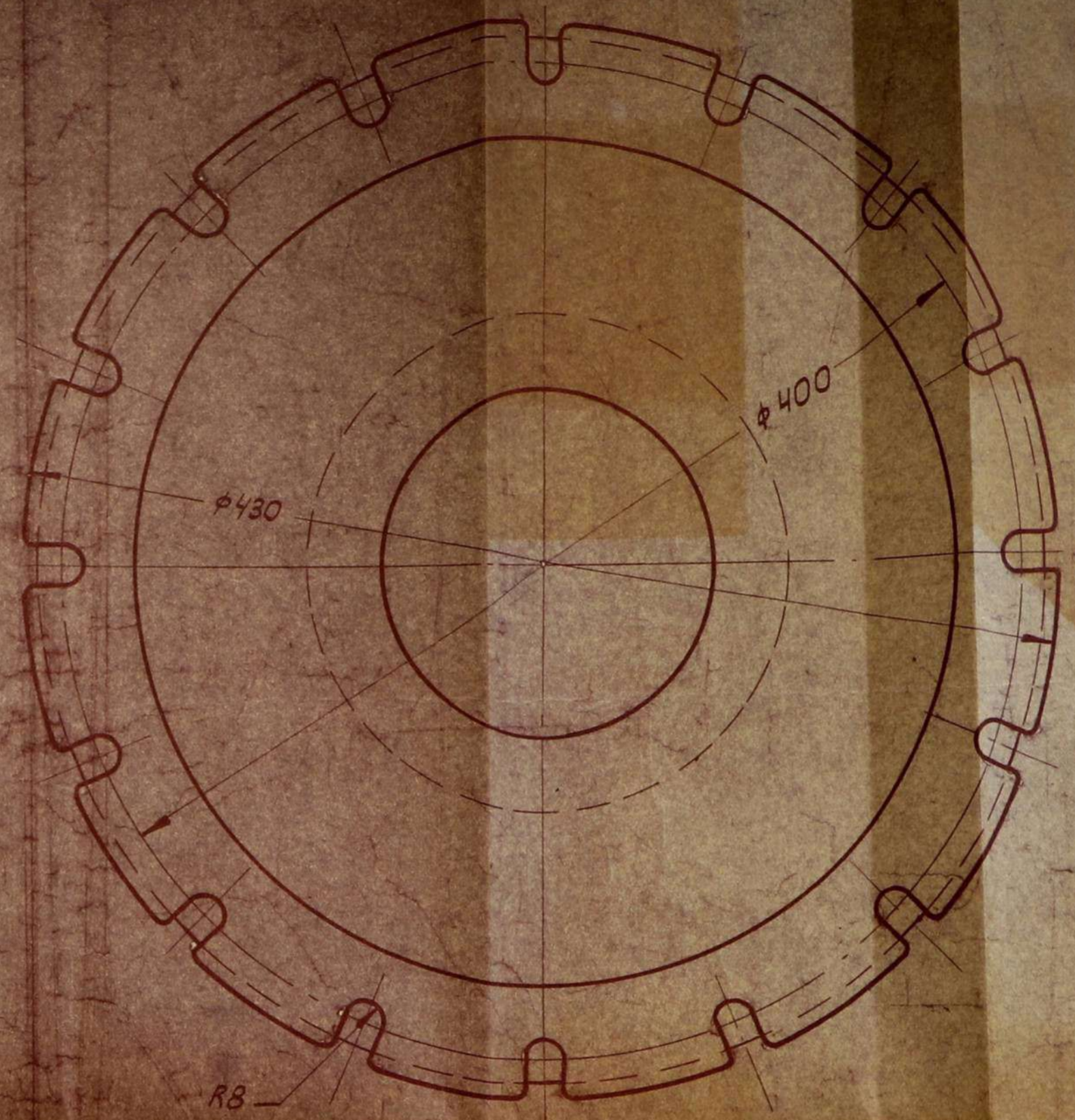
Фиг. 6 Изломы образцов после отжига при 900°
а) в течение 1,5 час.
б) в течение 24 час.



ПРИ ПРОВЕРКЕ УКА-
ЗАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ
НА ПЛИТЕ, ЩУП 0,4
НЕ ДОЛЖЕН ПРОХО-
ДИТЬ.

ТЕРМООБРАБОТКА:
ОТЖИГ
НАГРЕВ С ПЕЧЬЮ ДО 950°
ВЫДЕРЖКА ПРИ 950° В ТЕЧЕНИЕ 3 ЧАС.
ОХЛАЖДЕНИЕ С ПЕЧЬЮ ДО 350°

РАДИУСЫ В ЛИТЬЕ, НЕ УКАЗАННЫЕ РАЗМЕРОМ 3-4
ОТЛИВКУ ТЩАТЕЛЬНО ОЧИСТИТЬ ОТ ПРИГОРЕВШЕЙ ЗЕМЛИ.



16 ПРОРЕЗЕЙ РАВНОМЕРНО
РАСПОЛОЖЕННЫХ ПО ОКРУЖНОСТИ
ТОЧНОСТЬ РАСПОЛОЖЕНИЯ 0,5
СНЯТЬ ЛИТЕЙНЫЕ НАПЛИВЫ

ГОРЛОВИНА КАМЕРЫ фиг. 7

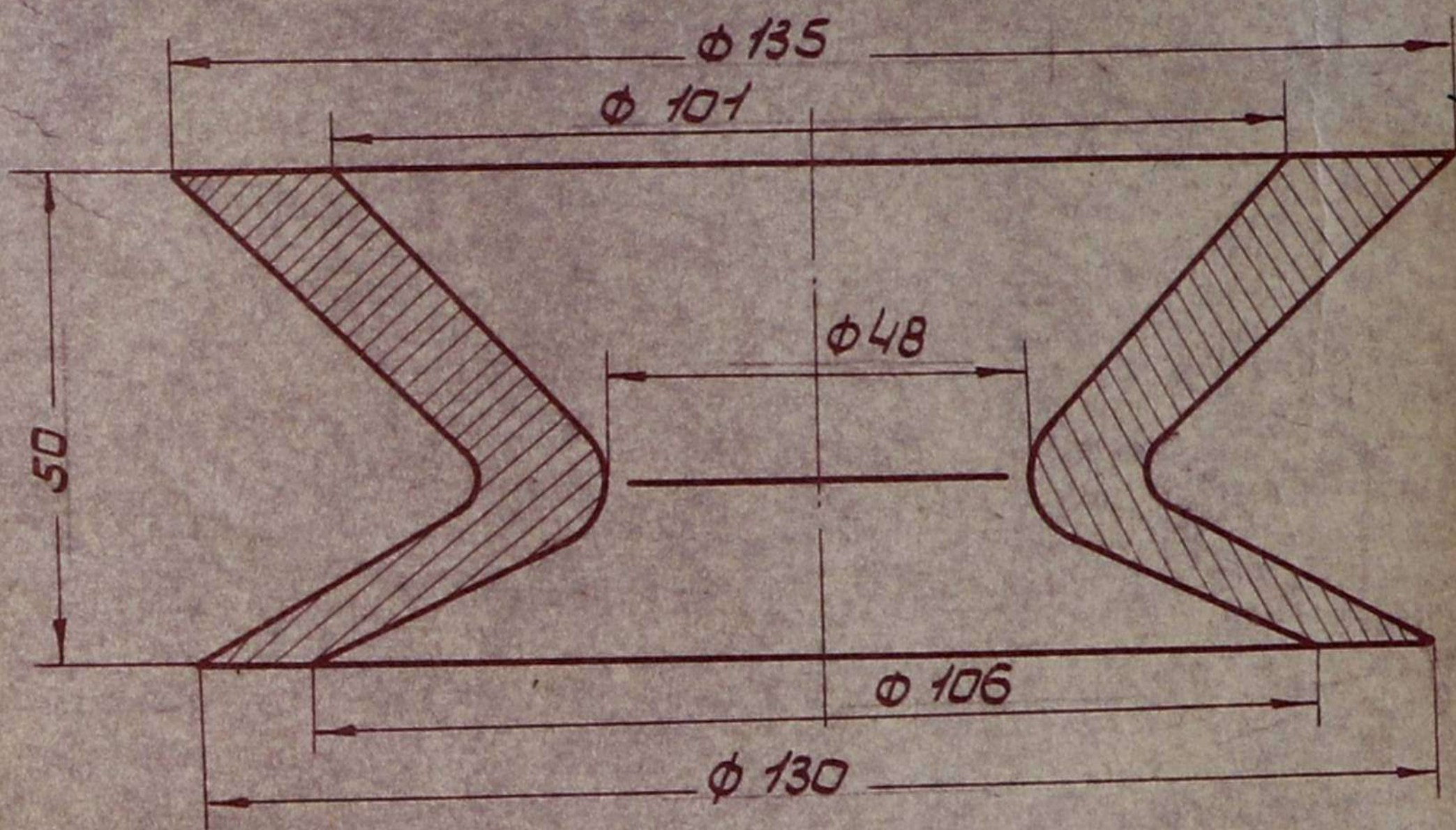
Сталь.
УГЛЕРОДА - 0,50% ; КРЕМНИЯ - 3,70%
ХРОМА - 7,95% ; ФОСФОРА - 0,03%
СЕРЫ - 0,03%

Г80Г-01214

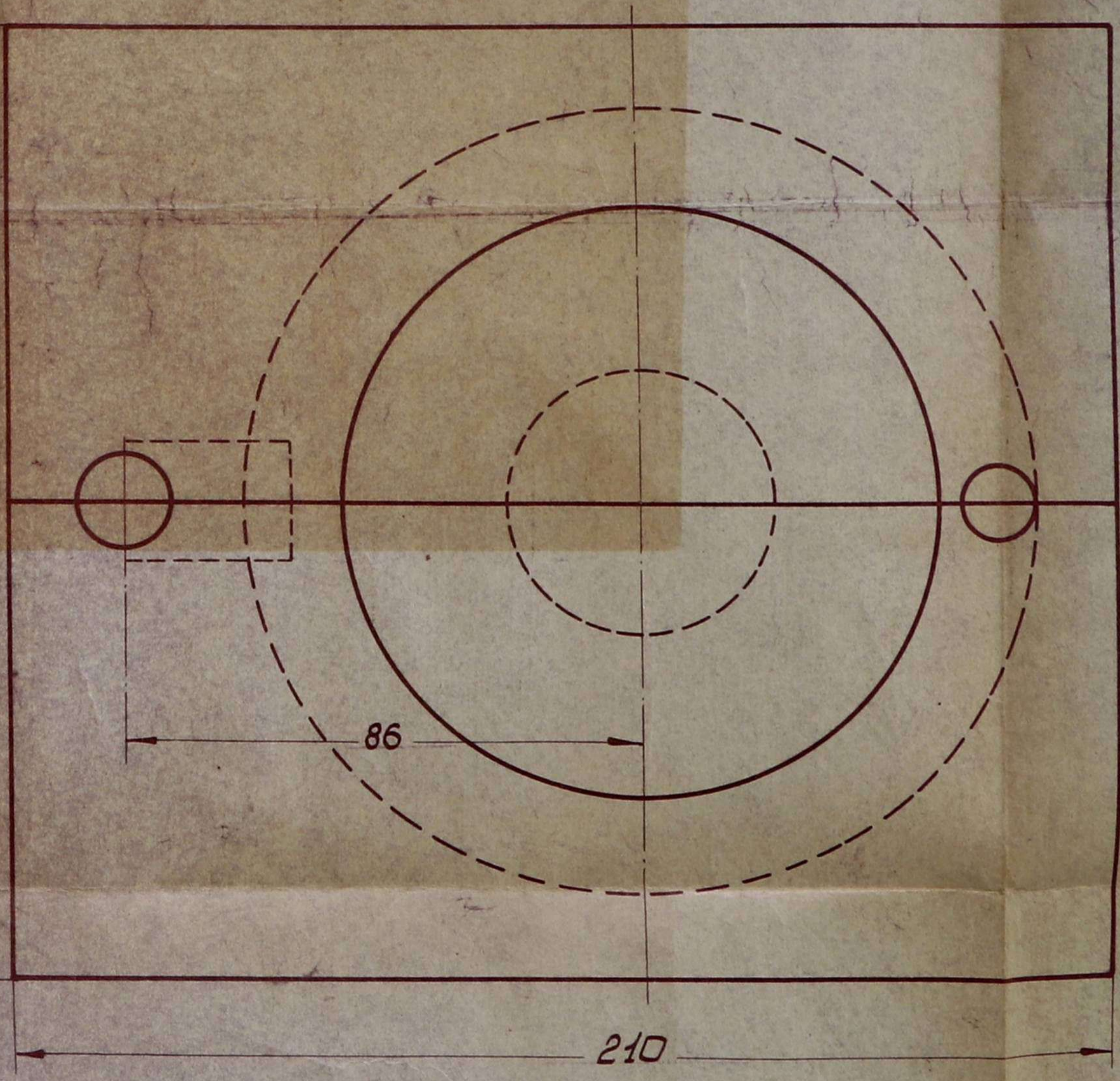
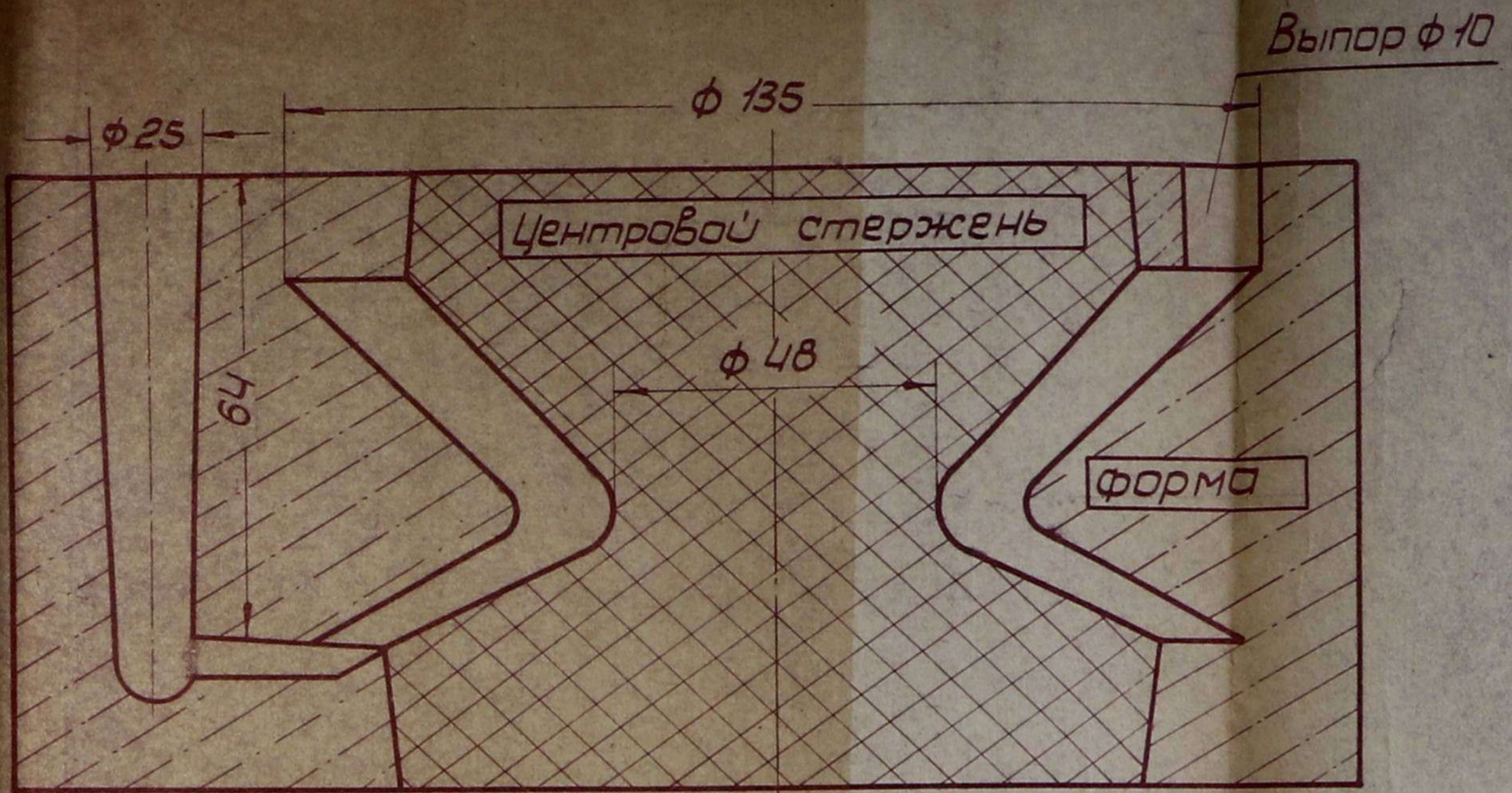
М.	КОМЕТ	ПРОВЕРИЛ	УТВЕРД.	НАИМ.
1:2		В.И.		ОТД. ПРОИЗ- ВСТВА

Г80Г-01214

Росси



Фиг. 8 Образец для испытаний на термостойкость



из. 9 форма для отливки образцов -

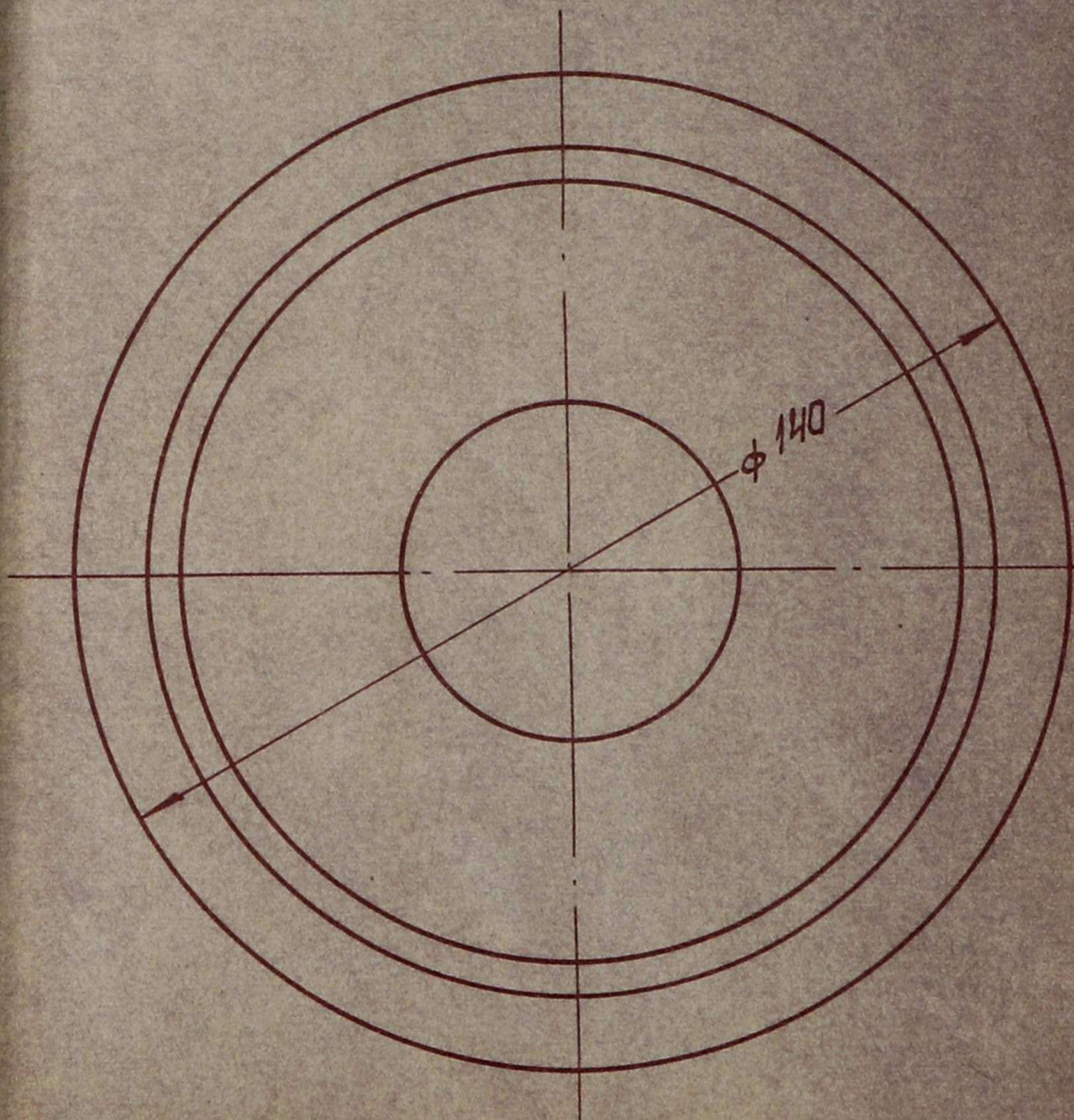
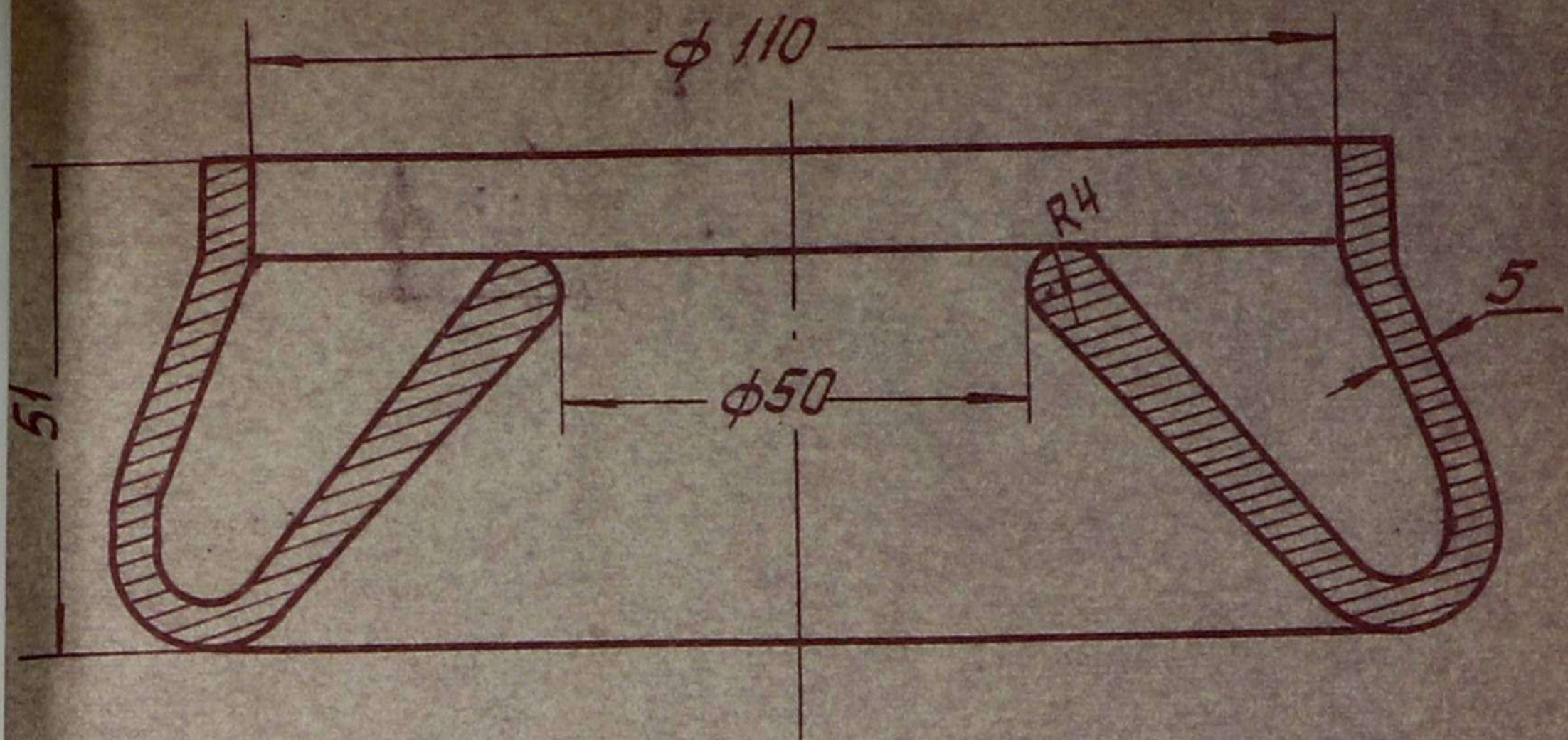
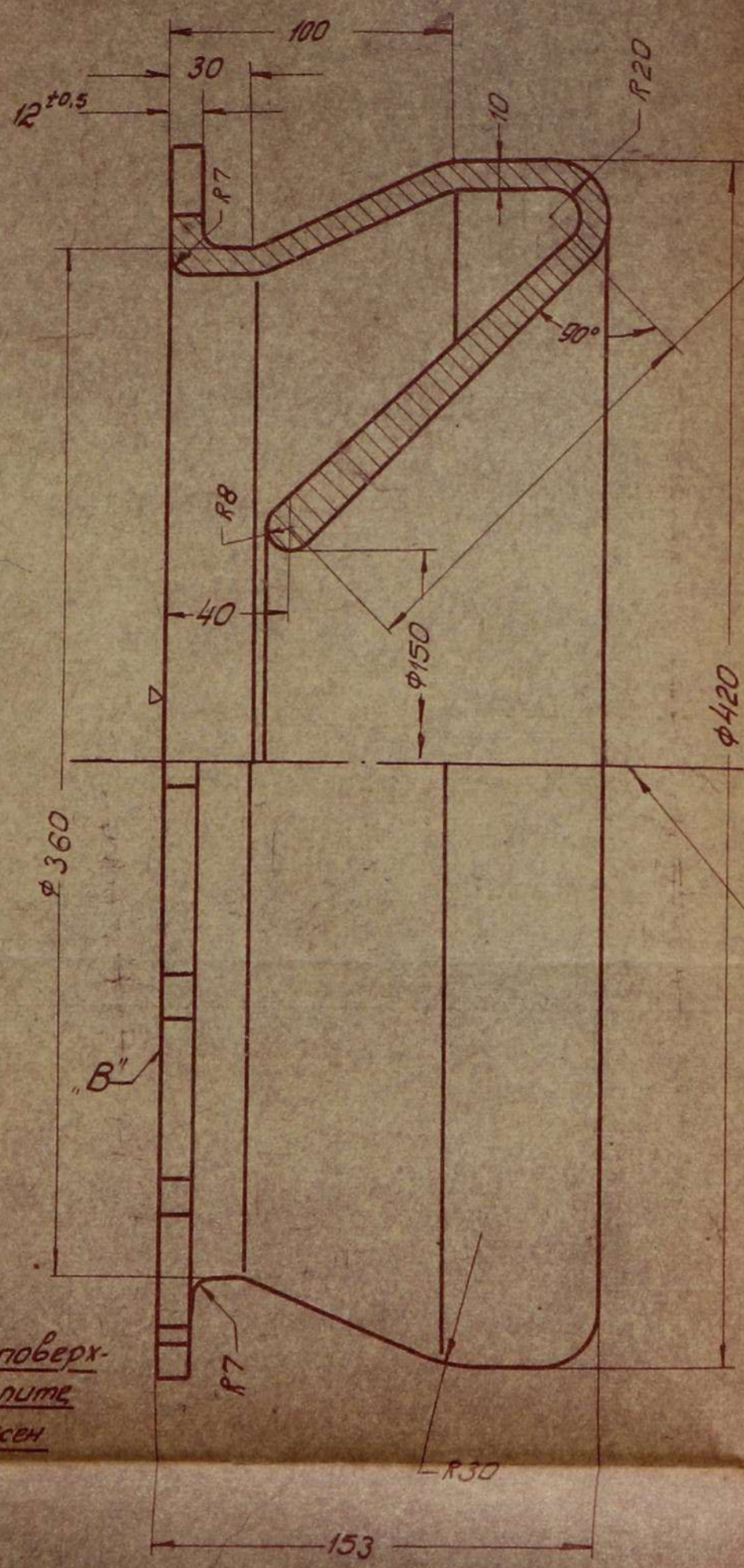
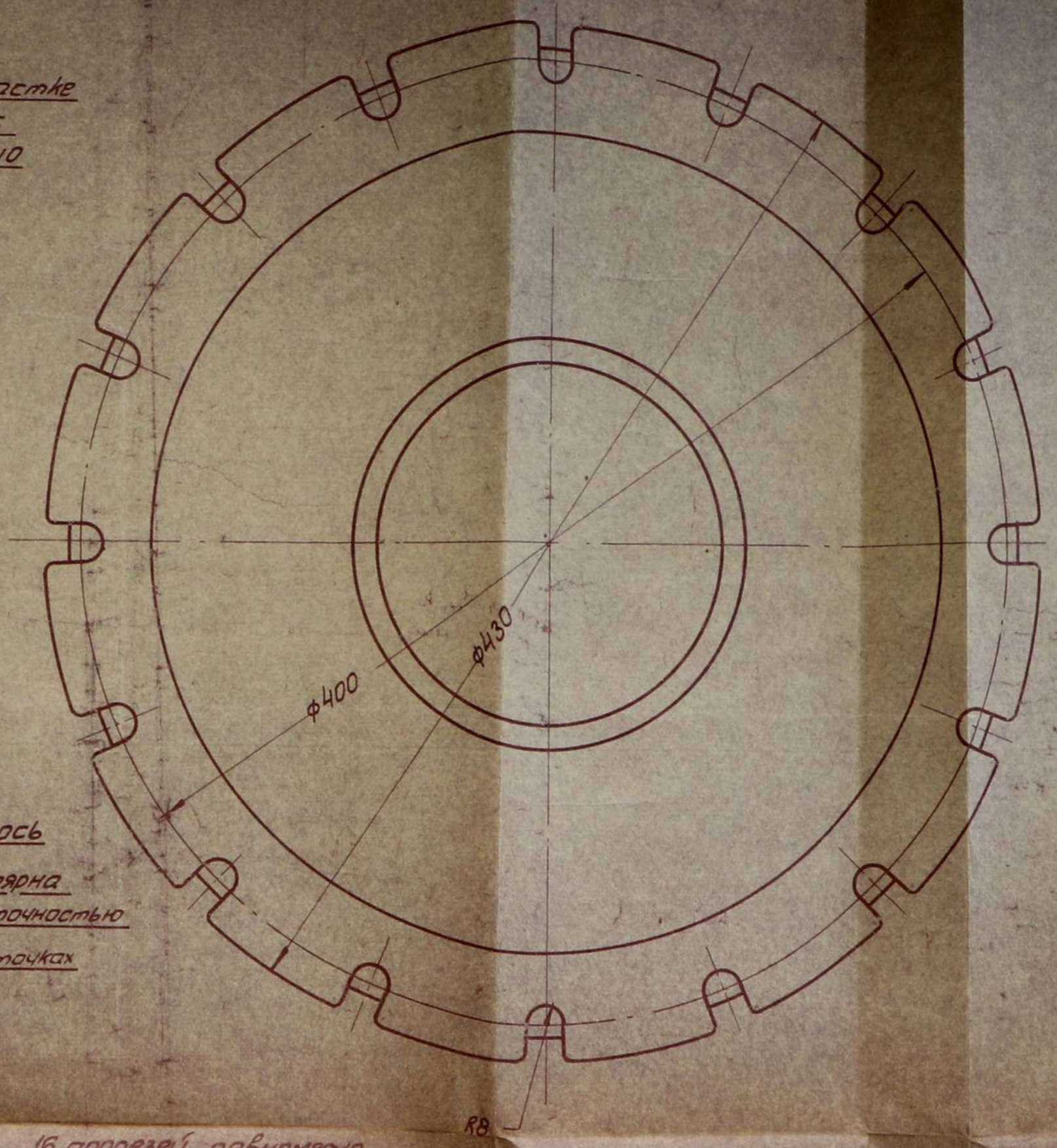


Рис. 10 Модель горловинны Г-80Г (образец Б)



На указанном участке
 плавный переход с
 толщины стенки 10
 до толщины 16

Данная ось
 д.б. перпендикулярна
 плоскости „В“ с точностью
 2 мм. на крайних точках



16 прорезей равномерно
 расположенных по окружности
 точность расположения 0,5
 снять литейные наплывы

При проверке поверх-
 ности „В“ на плите
 мул 0,3 не должен
 проходить

Режим термической обработки для
 снятия внутренних напряжений

1. Нагрев от температуры не выше 400° до 800°С с печью
2. Выдержка при 800°С - 2 часа.
3. Охлаждение до температуры не выше 500°С с печью.
4. Дальнейшее охлаждение на воздухе.

Радиусы в литье, не указанные размером 3-4 мм
 отливку тщательно очистить от пригоревшей земли.

Фиг. 11

			Горлобина		Г80Г-01214В	
Лит. №	Код	Лит. №	ВЕР (С)	ВЕР (С)	МАСШ	
КОНСТ.		ПОДПИСА			1:2	
ПРОВЕР.		УТВЕРД.	ВЕРГ	ВЕРГ	ЛИСТЫ	
ГЛ. КОНСТ.			ММН			
			Стальное литье		К.Б. и/или отделения	
			химсостав: С-0,23-0,45%			
			Сг-6-8% Si-2,0-3,0%			
			Mn-0,4-0,6% Su-0,02% и более			

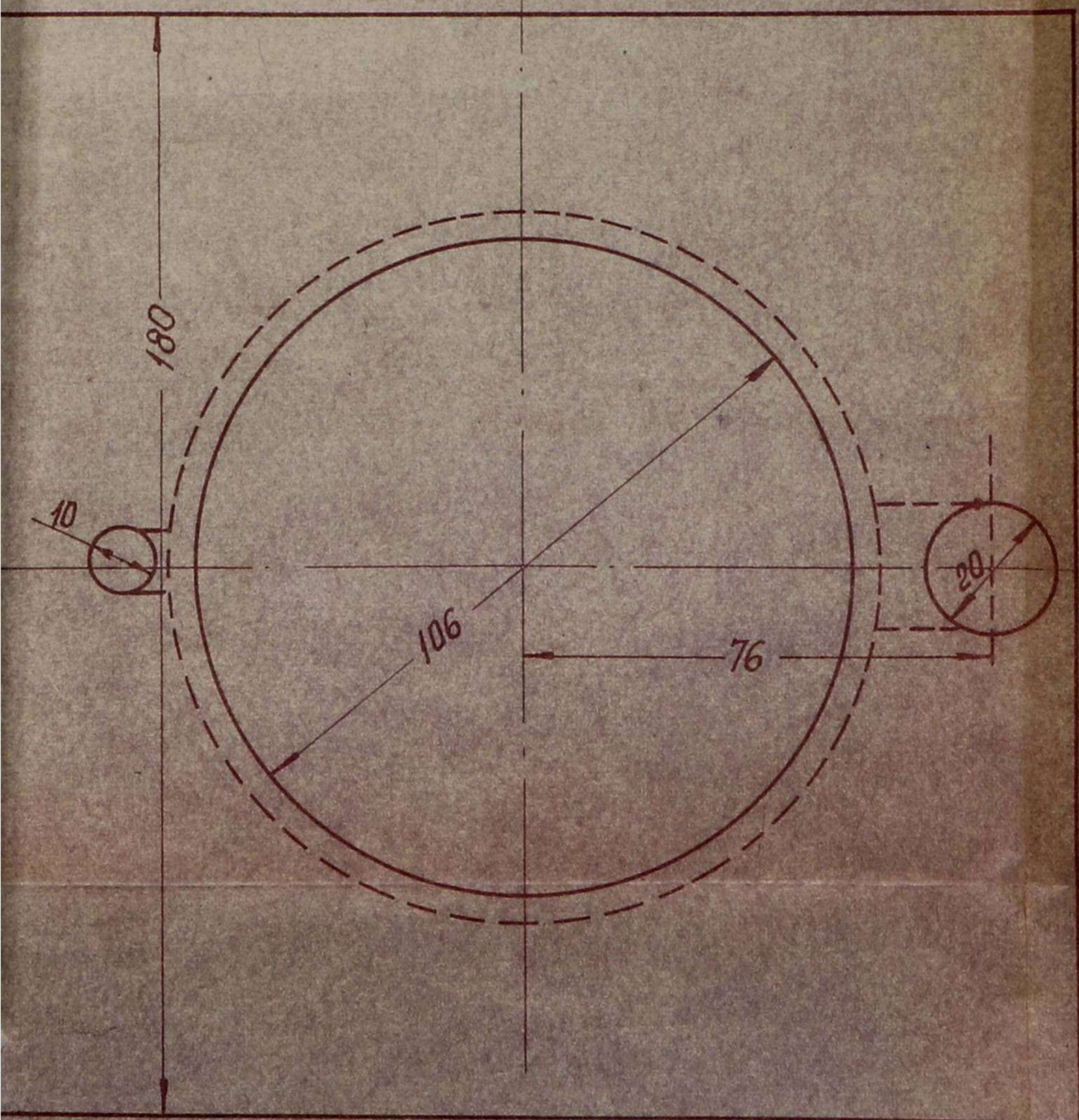
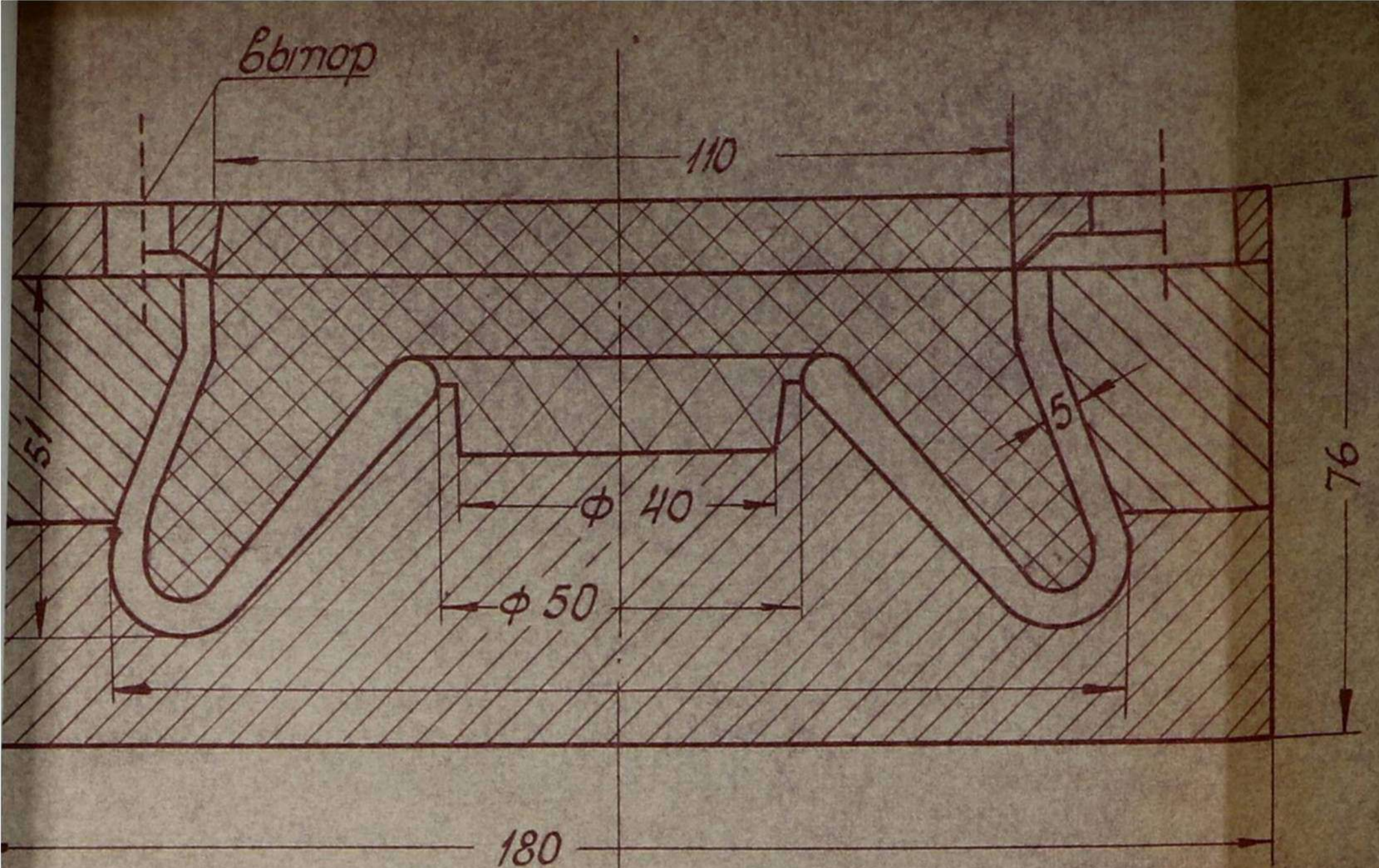


Рис. 12 Форма для отливки образца Б.

Литниковая чаша

Стержни

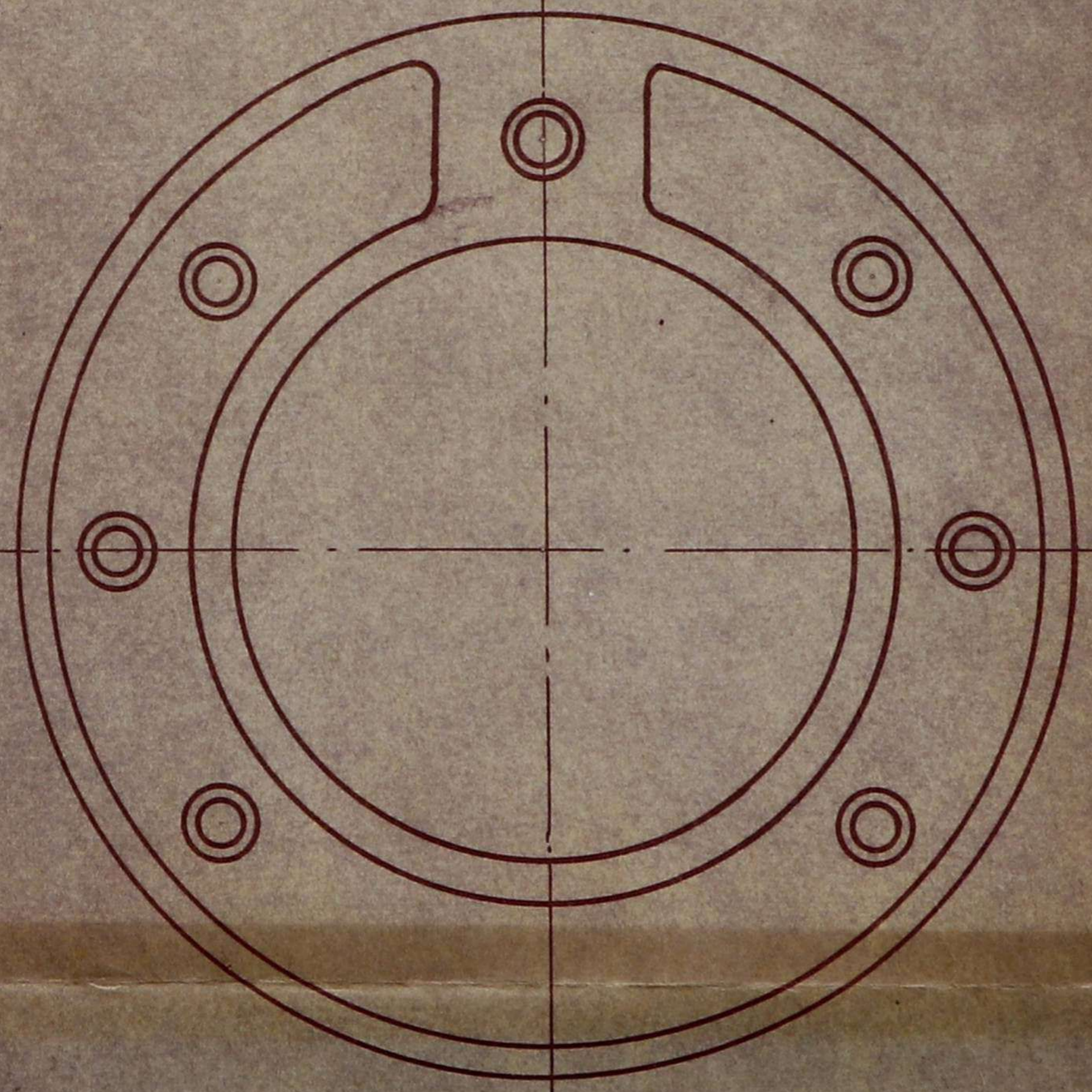
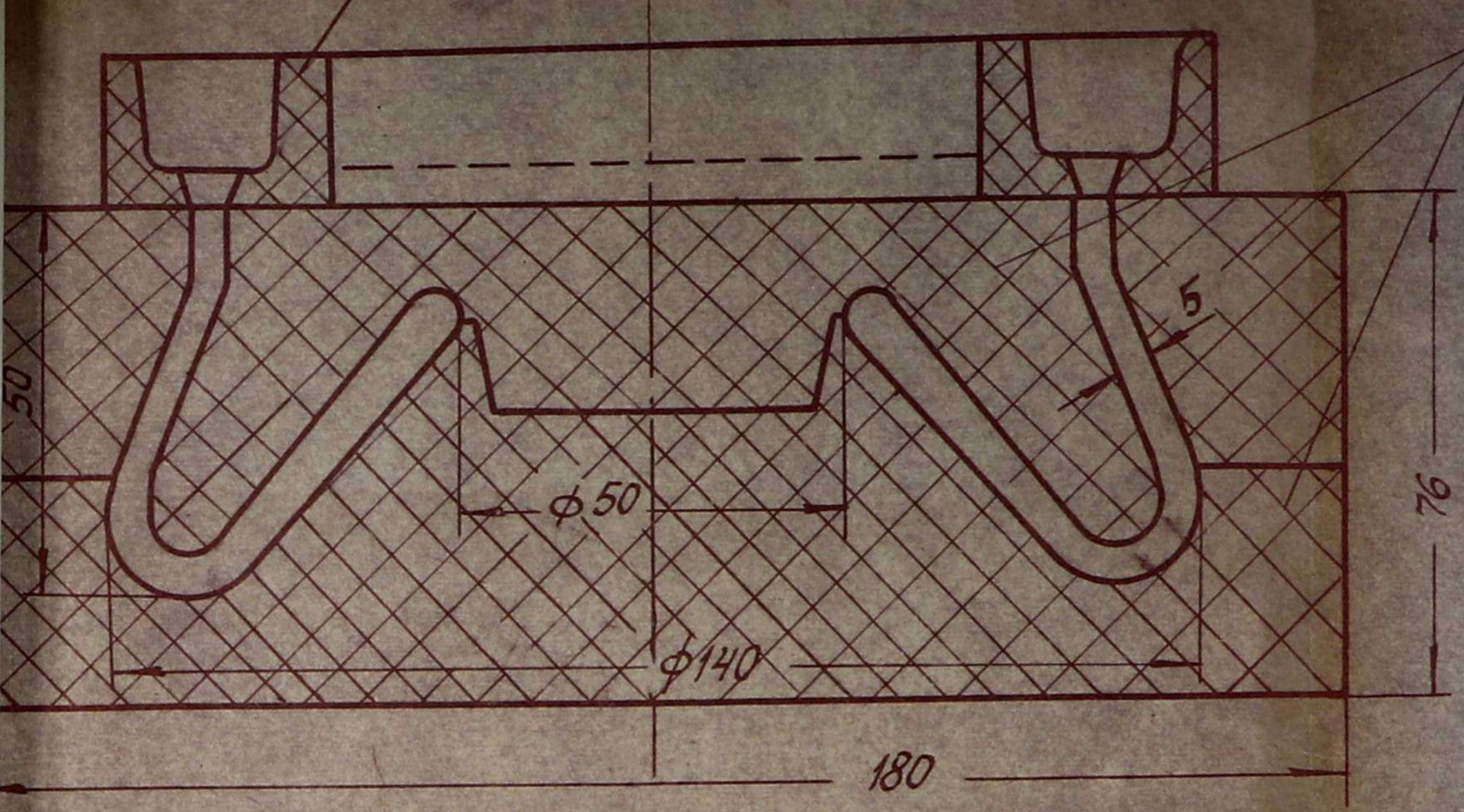


Рис 13 Форма для отливки образца Б

811EX

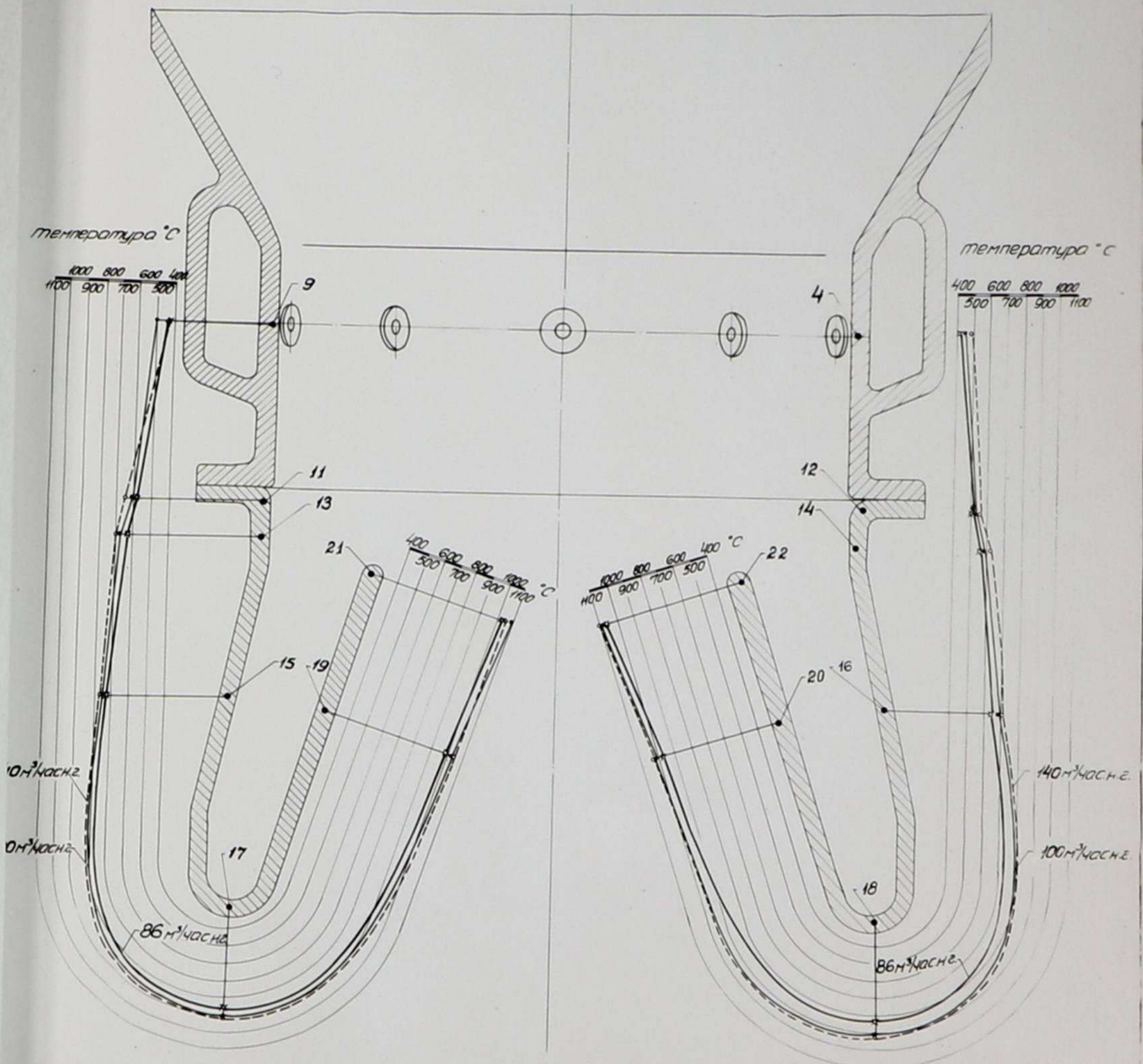


Фиг. 14. Усадочная трещина, образца Б.

лаборатория
газогенераторного
процесса

температура стенок камеры газификации НАМИ Г-80 (3^й вариант), соответствующая максимальной температуре стенки фурменного пояса, при работе газогенератора на установившемся режиме с различным расходом газа. Топливо - каменный уголь, влажность - 9% абс.

K2835



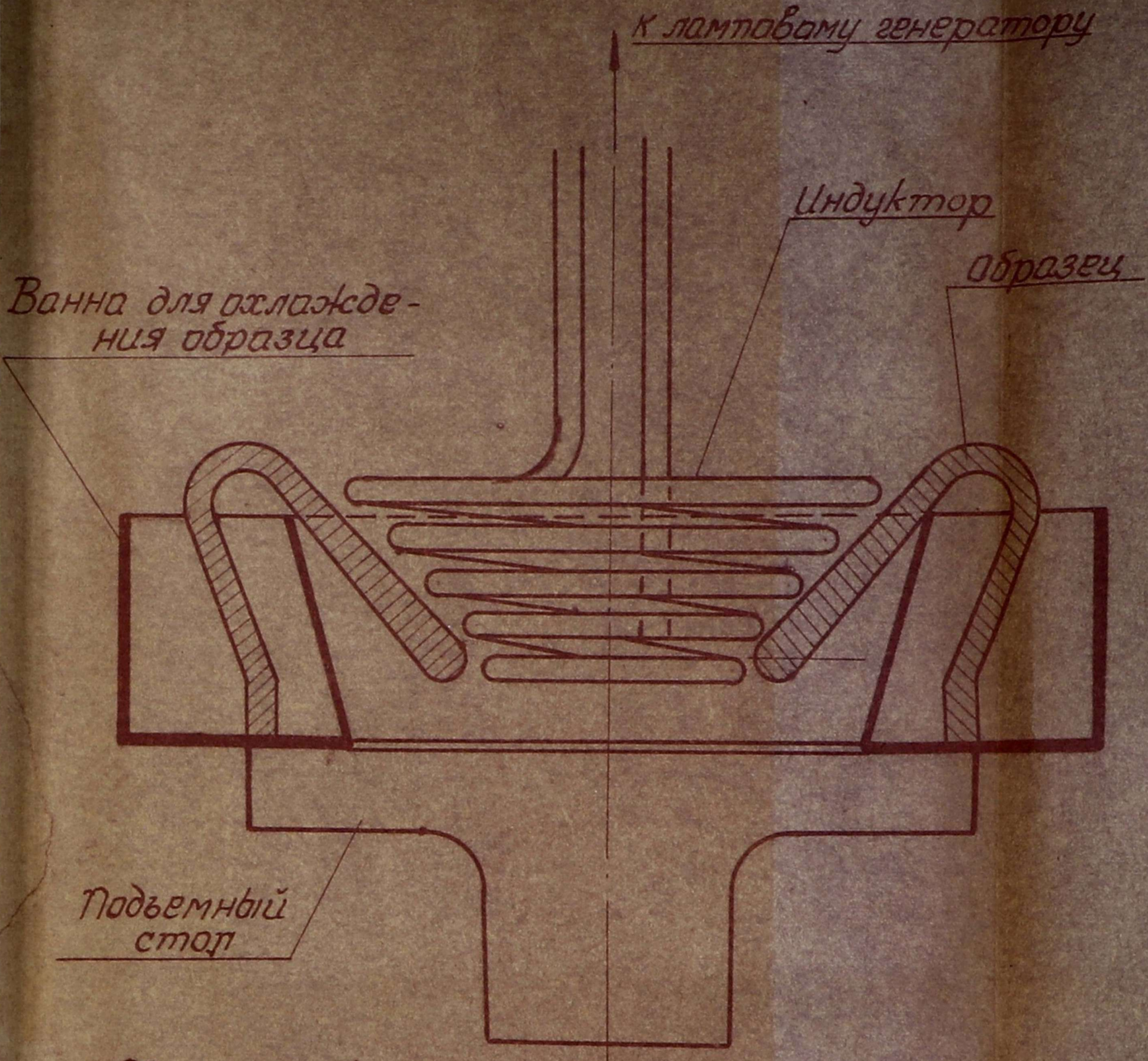
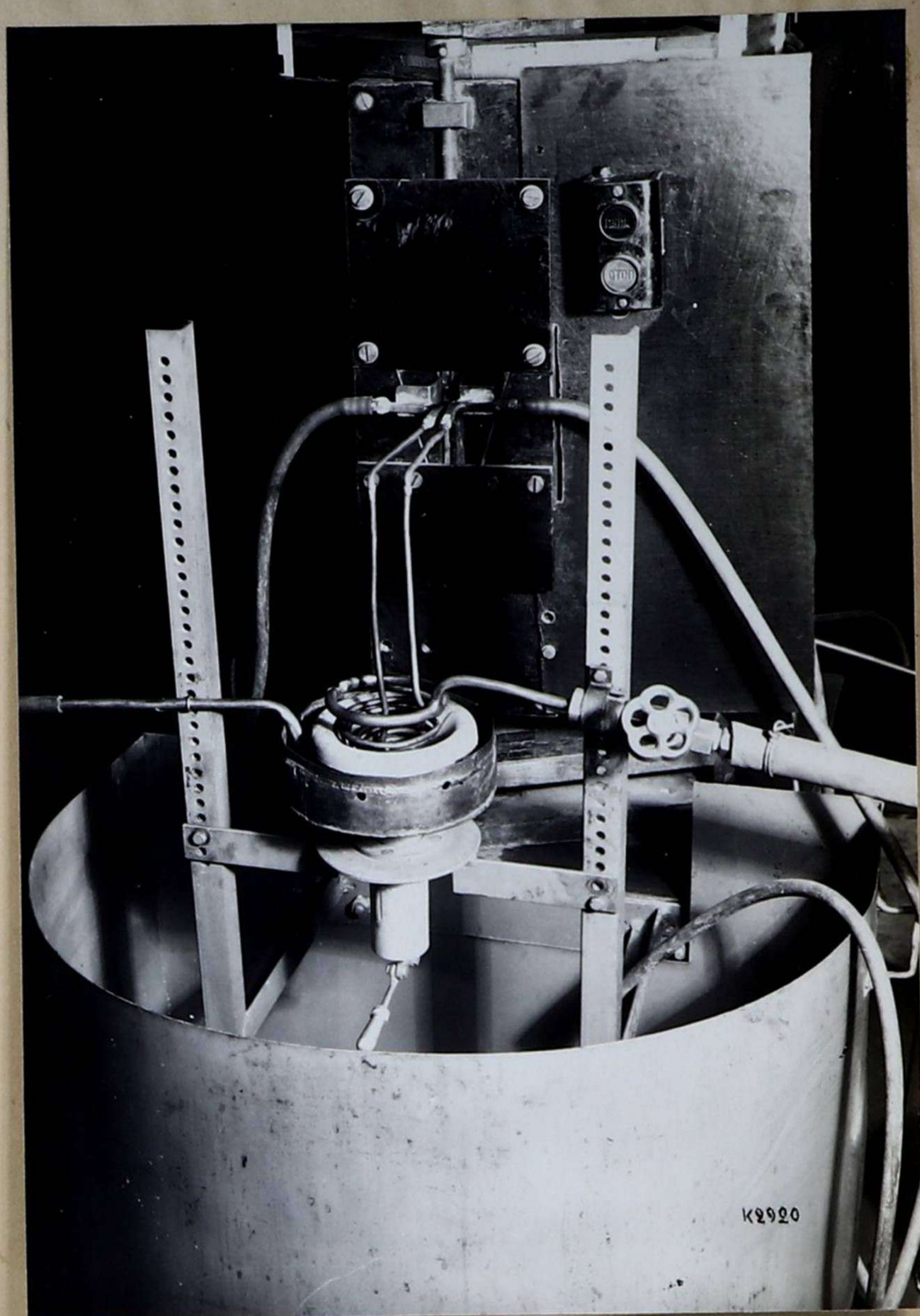


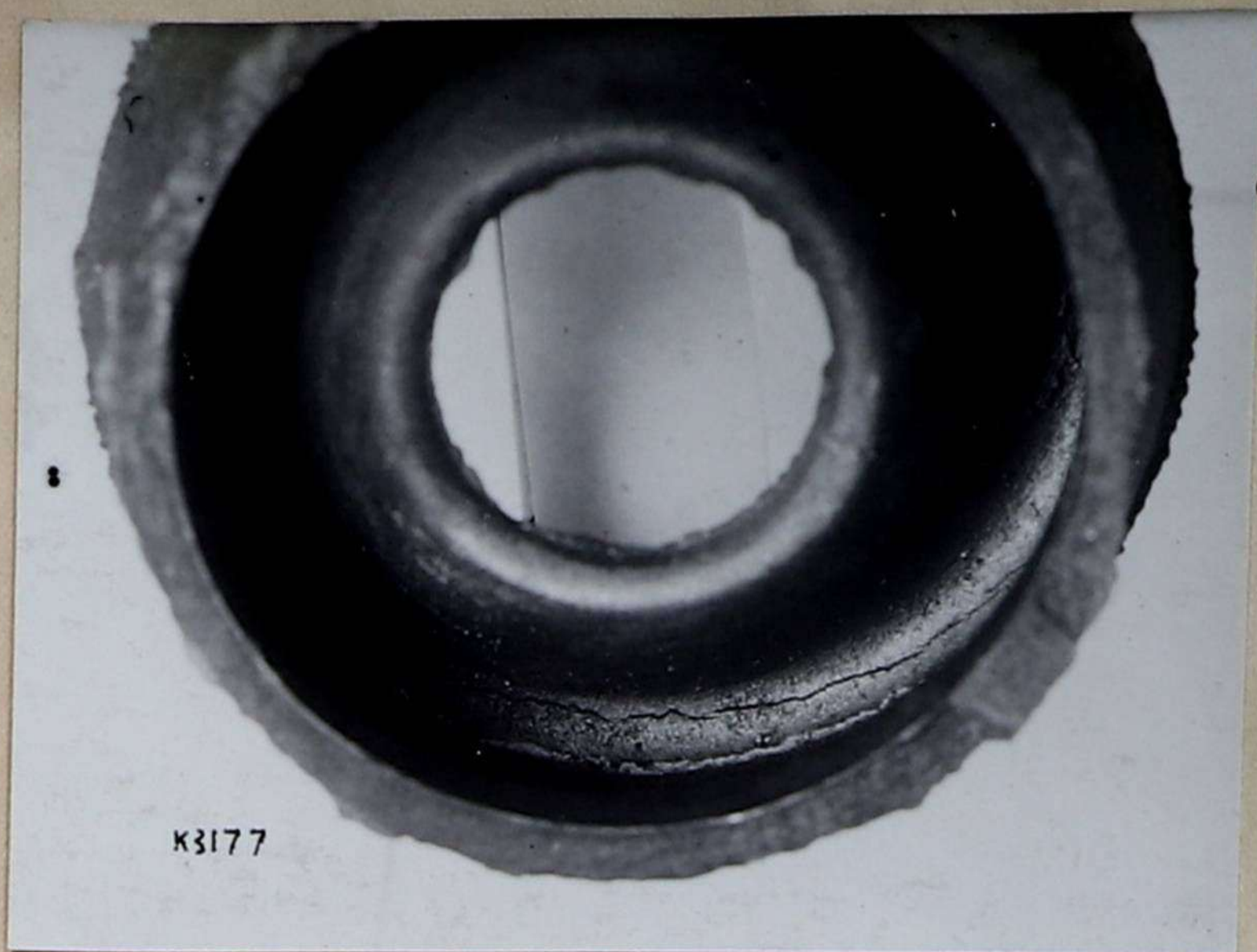
Рис. 16 Схема испытания термостойкости образца Б.



Фиг. 17 Установка для испытания термостойкости.



Фиг. 18 Индуктор для нагрева образца Б.



Фиг. 19 Трещина в образце Б.



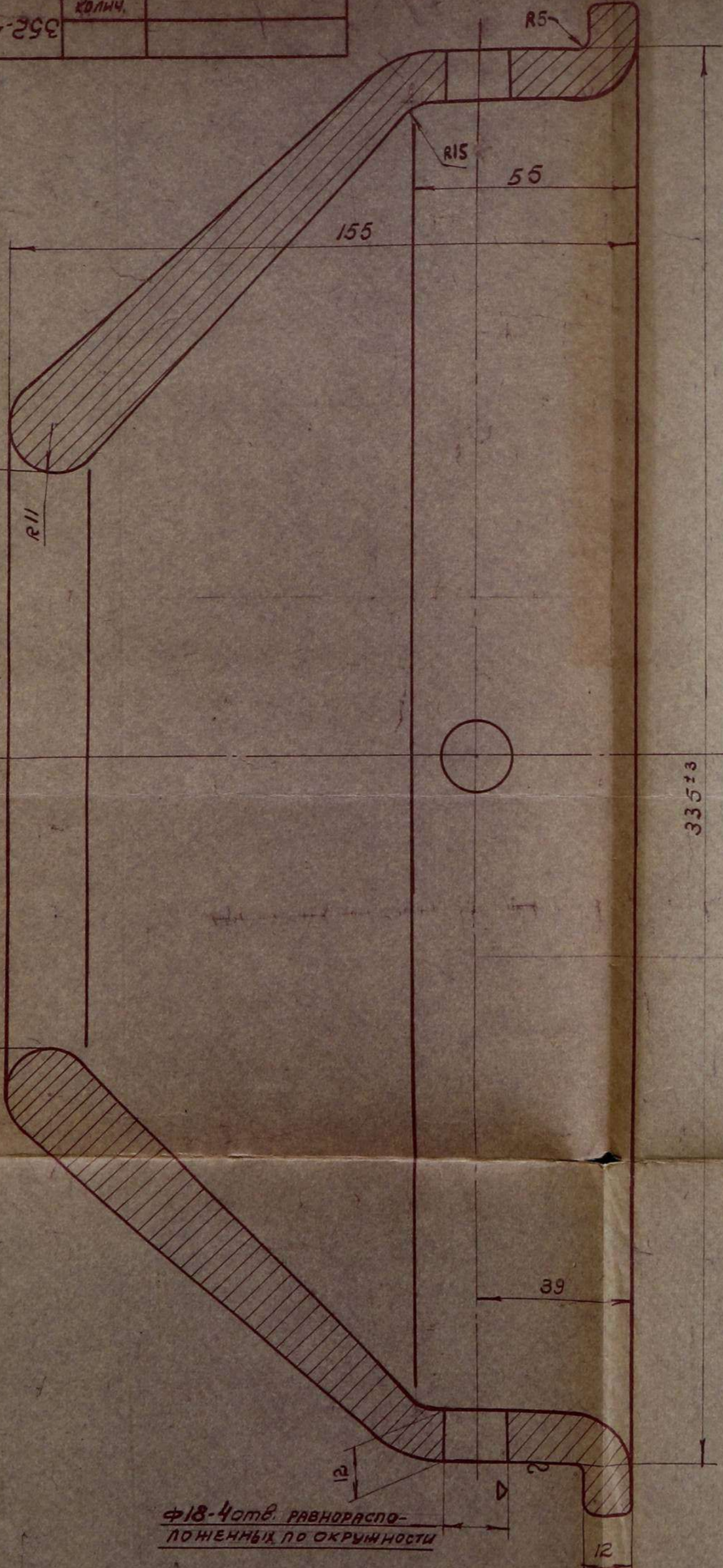
Фиг. 20а Трещина в образце Б.



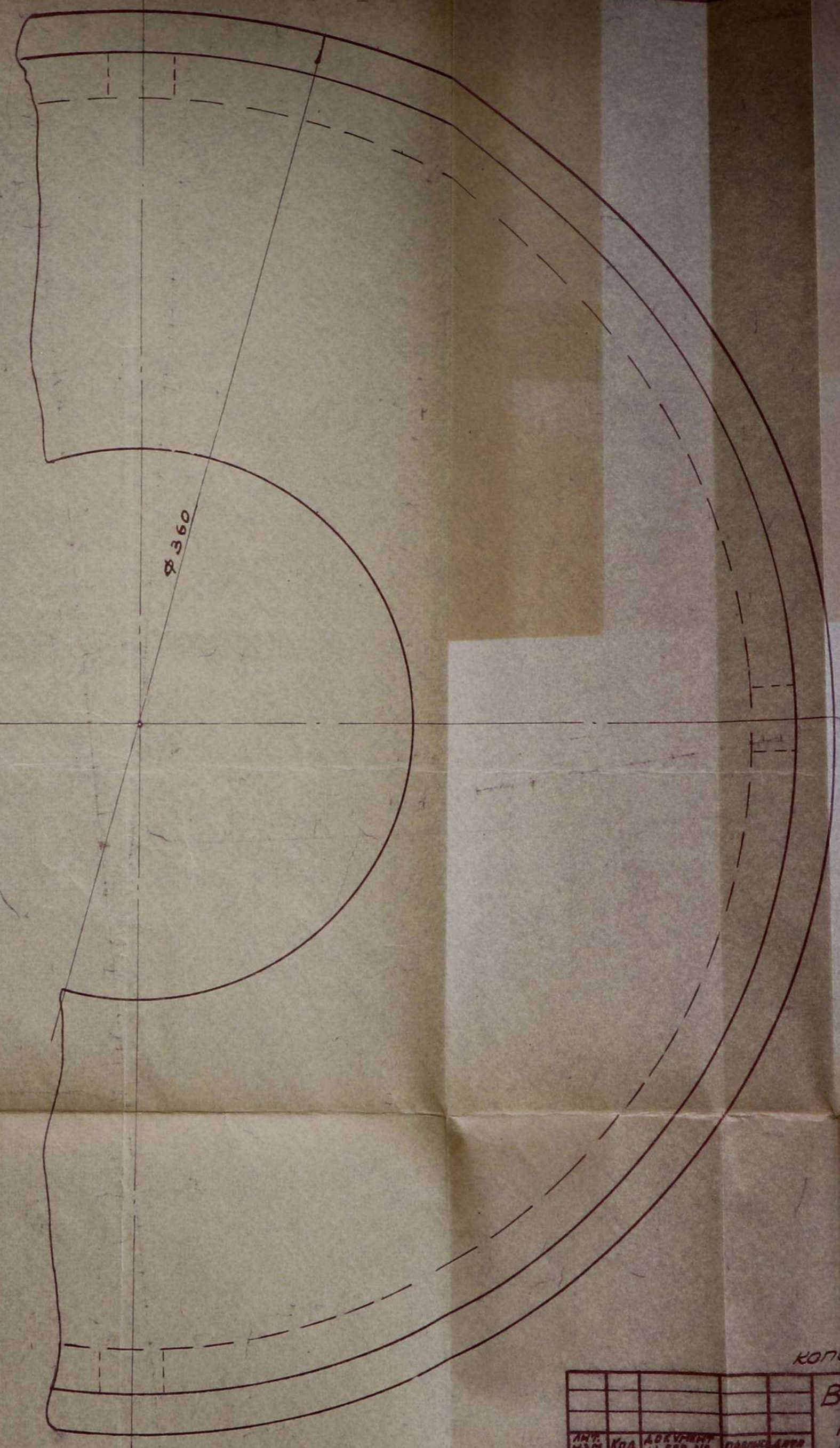
Фиг. 20 б Трещина в образце А



Фиг. 21 Трещина в горловине Г-80-Г.



Ф18-4отв. РАВНОРАСПО-
ЛОЖЕННЫХ ПО ОКРУЖНОСТИ



КОПИЯ ВЕРНЯ: Мусон фч. 22

				ВКЛАДЫШ КАМЕРЫ ГОРЕНИЯ		352-430114	
ЛИСТ	КОЛ.	АВТОРИТ	ИЗМ. №	ЛИСТ	ВЕС (кг)	МАСШТ.	1:1
КОНСТ.							
ПРОВЕР.							
ИТВЕРД.							
				ЦИФУНАУСТЕНЧТНЫХ ХИМ.	ЛИСТ	ВСЕГО ЛИСТОВ	
				СОСТАВ: С1,9+2,2; Si 0,8+1,1	НАМИ		
				С2 2,8+2,6; Ni 3+3,3; Mn	К.Б. г/г. ОТДЕЛЕНИЯ		

Литниковая гаша

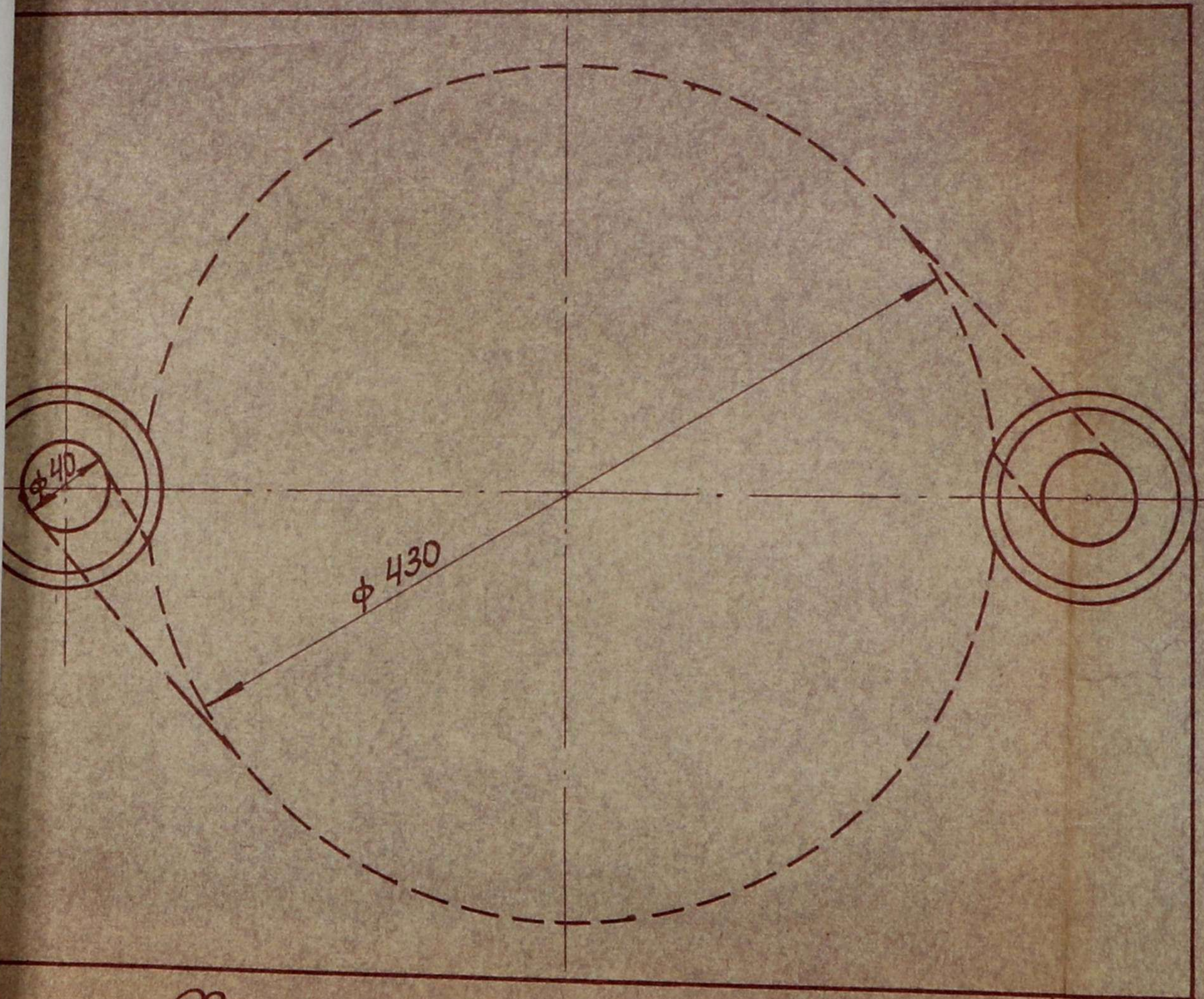
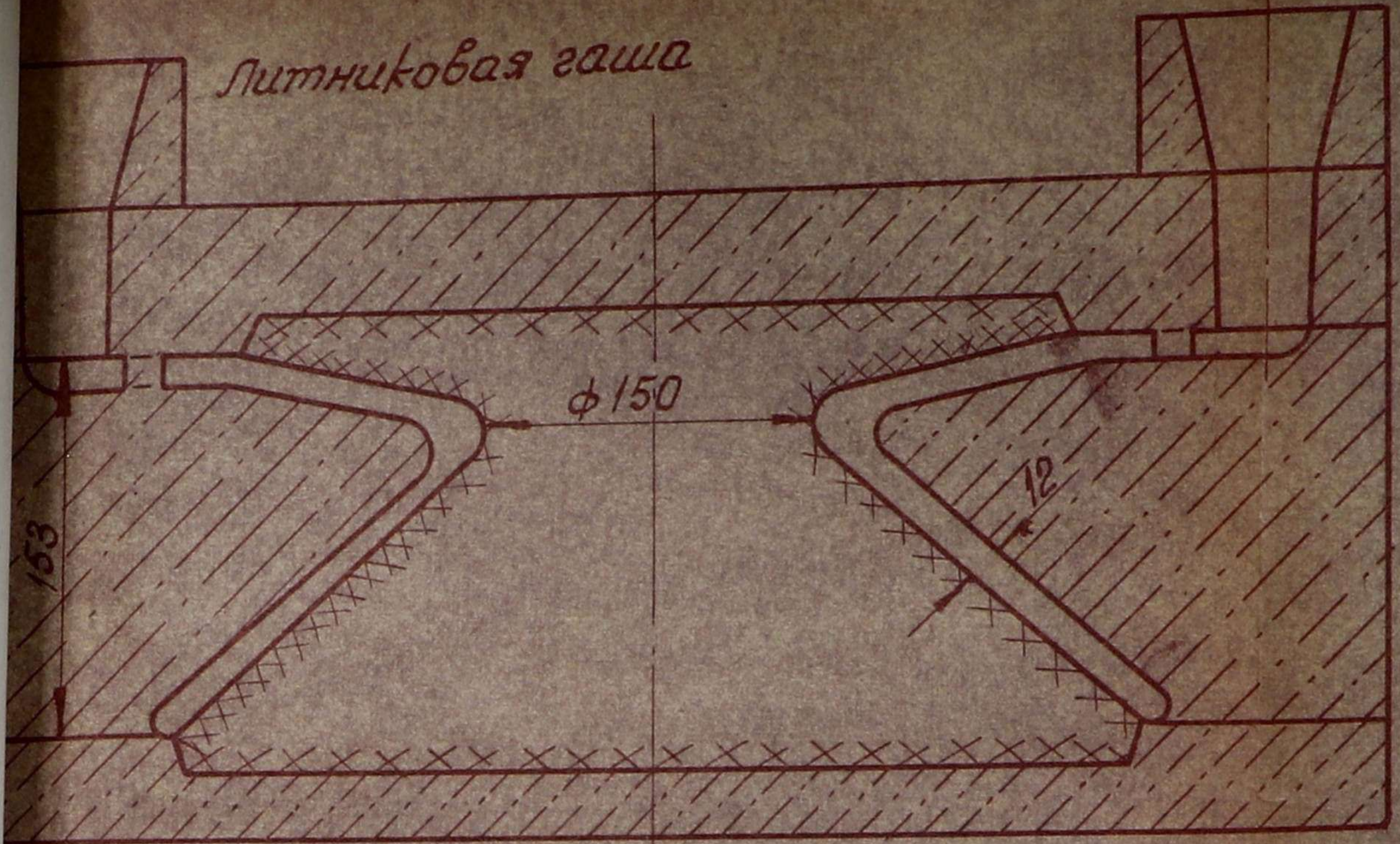
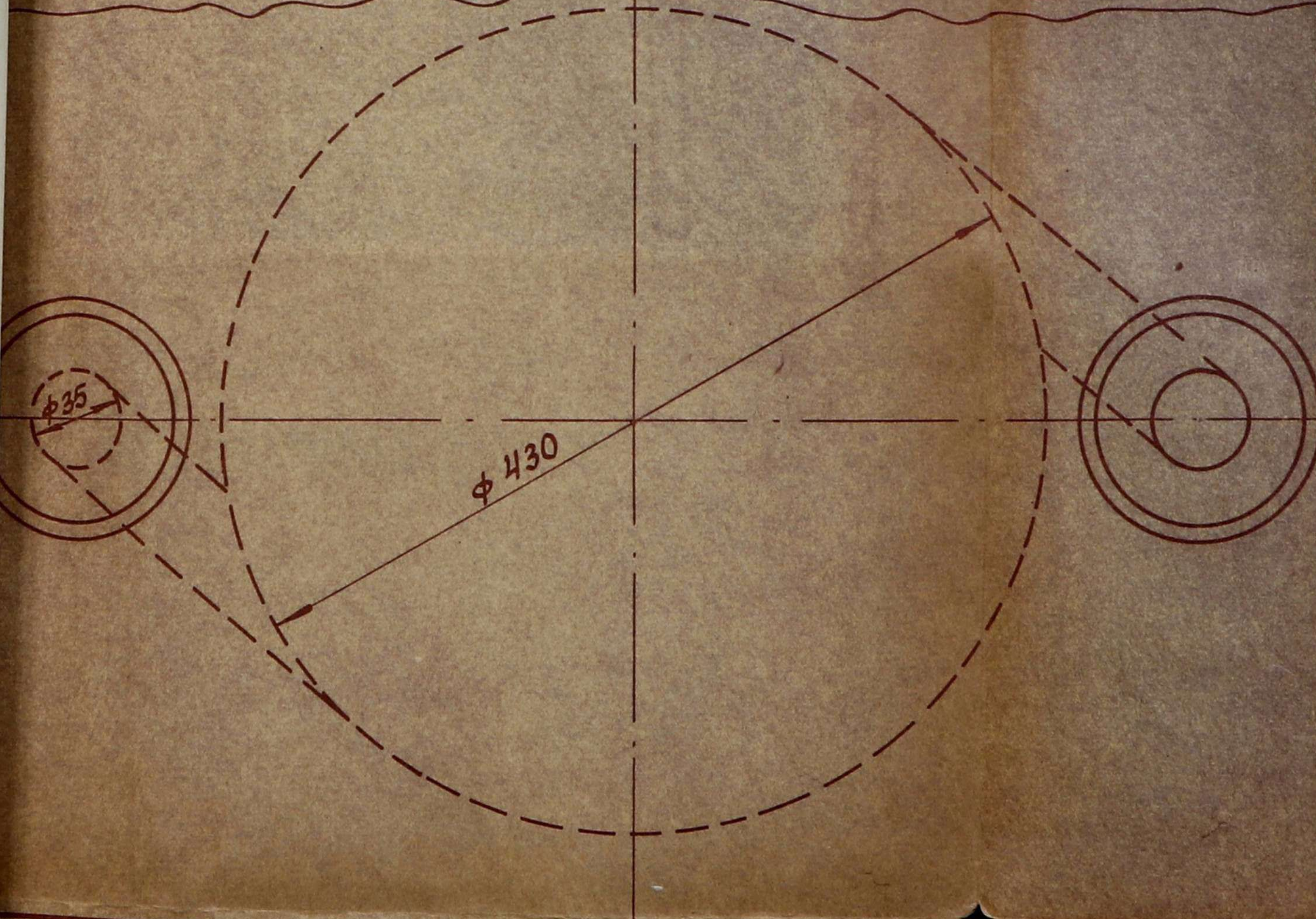
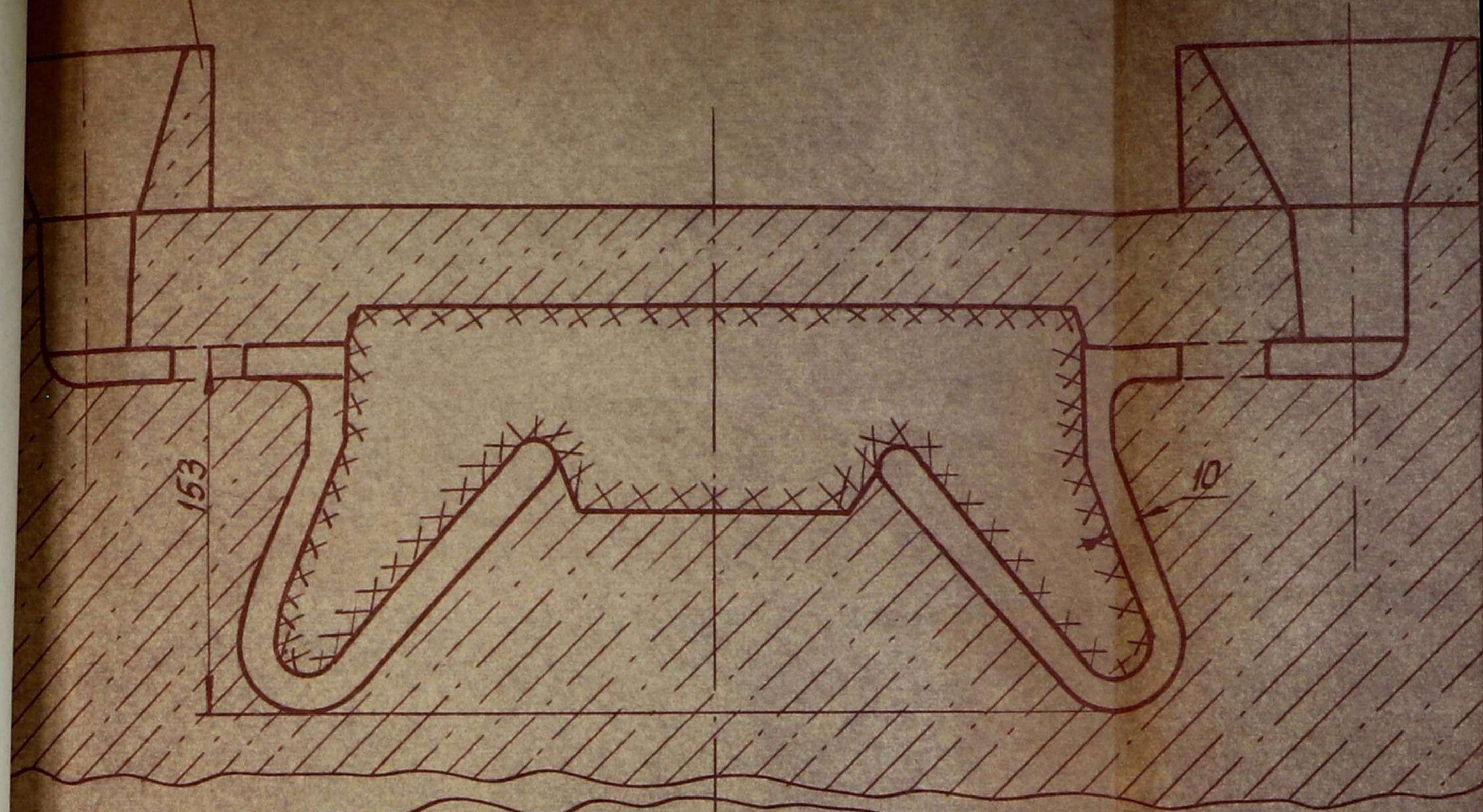
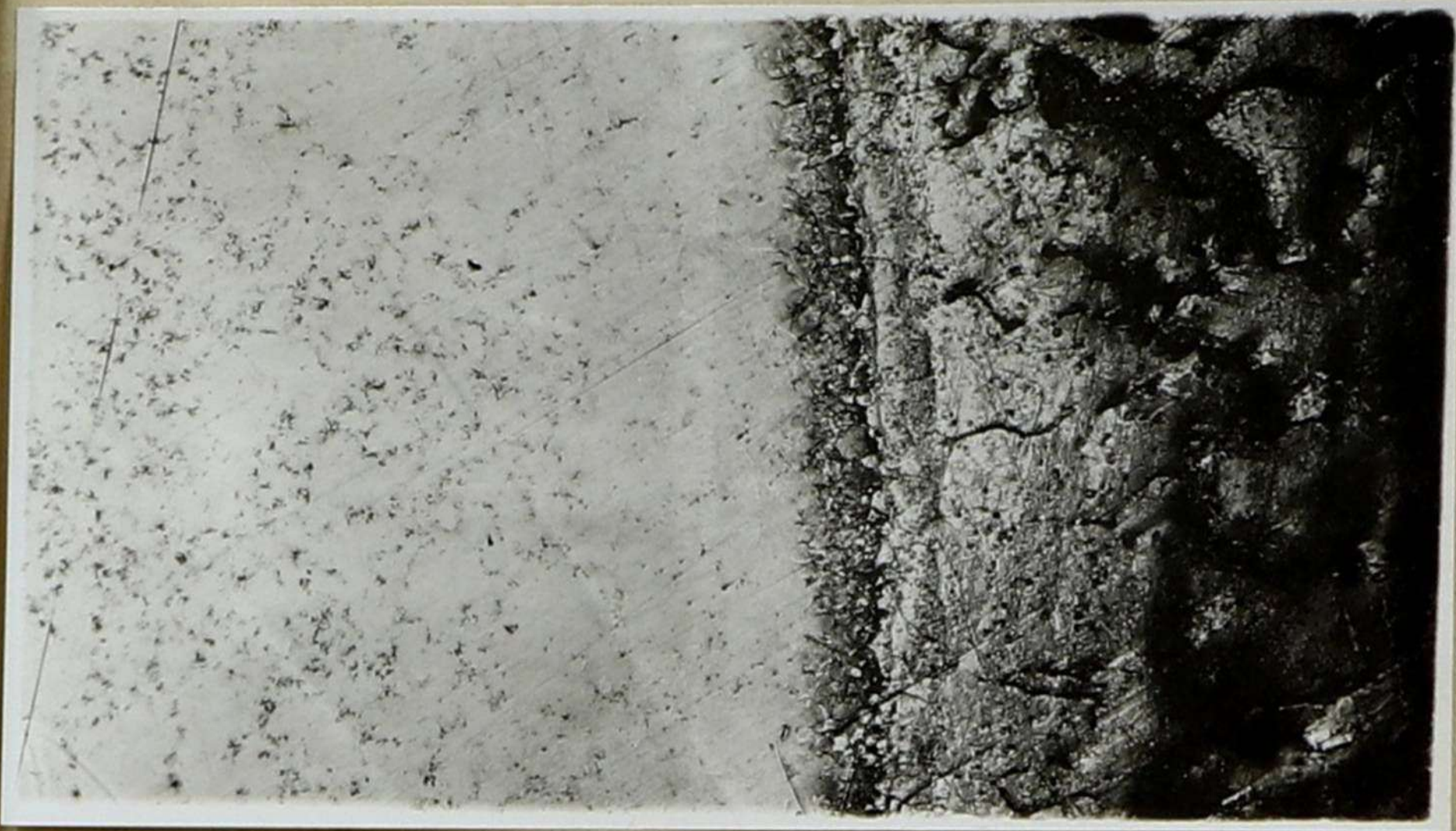


Рис. 23 Эскиз формы для заливки горловины Г-80

литниковая чаша



Фиг. 24 Эскиз формы для отливки горловин Г-80г



Фиг. 25

x50.

Образование окалины на поверхности
горловины Г-80 Г / № 34 /.