

Доц. Д. А. ЛЮКЕВИЧ, инж. Н. М. ТАРАСОВ

## КОНДЕНСАТОРНАЯ СВАРКА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ СРЕДНИХ ТОЛЩИН

В работе приведены результаты исследований конденсаторной сварки цветных сплавов толщиной 0,4—1,0 мм, описывается разработанная для сварки аппаратура, приводятся данные по внедрению конденсаторной сварки медных сплавов вместо пайки на Харьковском заводе «Медаппаратура». В разработке проекта конденсаторной машины принимали участие инженеры Ю. А. Боборыкин и В. К. Копыл.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в промышленности имеется обширный класс деталей из цветных сплавов, соединение которых производится пайкой, клепкой, развальцовкой и другими способами. Между тем, применение сварки вместо указанных способов соединения повышает производительность труда и улучшает качество продукции.

Сварка цветных металлов малых толщин (0,1—0,4 мм) в настоящее время с успехом внедряется в промышленность, при этом достигается большой экономический эффект. Разработанная и выпускаемая серийно конденсаторная машина ТКМ-4 дает хорошее качество сварки цветных металлов толщиной 0,1—0,4 мм (1; 2). Сварка цветных сплавов толщиной 0,4—1,0 мм почти не применяется, так как для этой цели нет достаточно хороших сварочных машин.

Известно, что для сварки цветных металлов необходимо сварочное оборудование большой мощности с малым временем включения сварочного тока и точной настройкой на заданный режим.

Хотя в промышленности имеются мощные сварочные машины серии МТП мощностью 75—400 ква, но для сварки цветных сплавов указанных толщин они недостаточно выгодны по следующим причинам:

1. Механизм сжатия машин серии МТП не позволяет получать с достаточной точностью усилия на электродах в пределах 30—100 кг, необходимые при сварке цветных сплавов средних толщин.

2. Машины серии МТП, помимо дороговизны, сложности и громоздкости, создают в сети однофазную пиковую нагрузку большой мощности, что в ряде случаев затрудняет их применение, так как требует установки силовых трансформаторов для питания каждой машины или группы машин.

3. Машины серии МТП требуют подвода сети сжатого воздуха и воды [3].

Поэтому создание надежной, удобной и недорогой аппаратуры для сварки цветных сплавов средних толщин является актуальной задачей.

Авторами настоящей статьи была разработана конденсаторная машина ТКМ-01 для точечной сварки цветных сплавов.

### Общие данные машины ТКМ-01

1. Машина хорошо сваривает следующие материалы:
  - а) медные сплавы (латуни, бронзы) толщиной от 0,1+0,1 до 0,8+0,8 мм;
  - б) медь красную от 0,1+0,1 до 0,4+0,4 мм;
  - в) алюминиевые сплавы от 0,1+0,1 до 0,7+0,7 мм;
  - г) малоуглеродистые и нержавеющей стали от 0,1+0,1 до 1,2+1,2 мм;
  - д) ряд других материалов в различных сочетаниях.
2. Максимальная мощность, потребляемая машиной от сети, — 600 вт.
3. Регулировка режимов сварки осуществляется бесступенчатым изменением напряжения зарядки конденсаторной батареи и усилия на электродах.
4. Габаритные размеры машины — 480×480×1200.
5. Вылет электродов — 80 мм.
6. Максимальная производительность — 40 сварок в минуту.

### Электрическая схема машины ТКМ-01

Электрическая схема машины представлена на рис. 1. Работа схемы заключается в следующем.

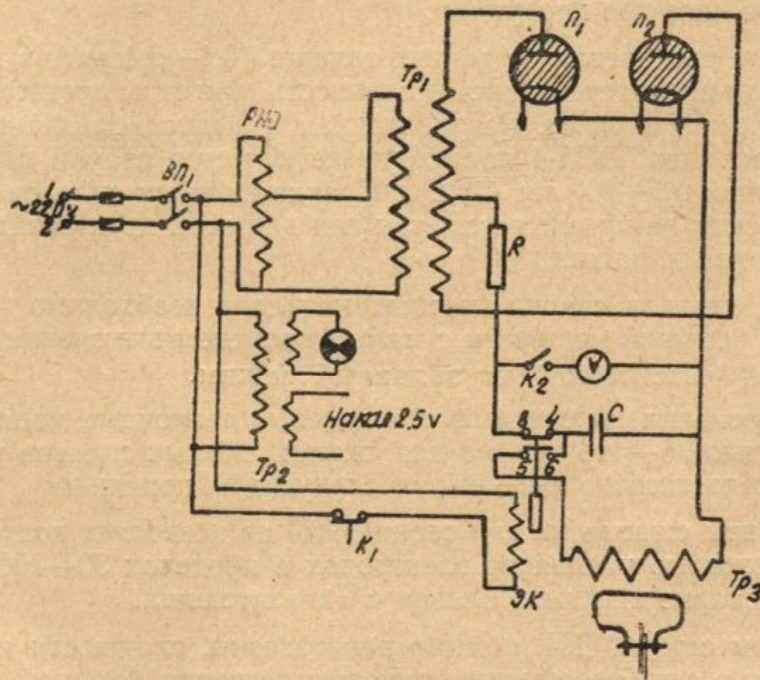


Рис. 1. Электрическая схема машины ТКМ-01.

При подаче напряжения на входные зажимы 1—2 и включении двухполюсного выключателя ВП<sub>1</sub> получают питание регулятор напряжения РНО и накальный трансформатор ТР<sub>2</sub>. Газотроны Л<sub>1</sub> и Л<sub>2</sub> разогреваются.

Выпрямительный трансформатор ТР получает питание от регулятора напряжения и через газотроны заряжает батарею конденсаторов С. В машине применены электролитические конденсаторы, что позволило резко уменьшить габариты машины, ее вес и стоимость [4].

Напряжение зарядки конденсаторов регулируется регулятором напряжения в пределах 0—900 в.

При замыкании контактов командного выключателя К включается электромагнитный контактор ЭК и нормально закрытыми контактами (3—4) разомкнет зарядную цепь, а нормально открытыми контактами (5—6) замкнет разрядную цепь.

При разрядке конденсаторной батареи на первичную обмотку сварочного трансформатора ( $TP_{св}$ ) во вторичном витке его возникает импульс тока, за счет которого происходит сваривание.

Вольтметр  $V$  предусмотрен для настройки машины на заданный режим и для контроля исправности машины.

Сигнальная лампа служит для сигнализации включения машины в сеть.

Сопротивление  $R$  служит для ограничения анодного тока газотронов.

Электрические данные машины и ее элементов приведены в таблице 1.

Таблица 1

1. Емкость батареи	$C = 1000$ мкф
2. Тип конденсаторов	КЭ—2; $C = 40$ мкф; $V = 450$ в
3. Напряжение зарядки	$U_c = 900$ в
4. Тип выпрямителя	Двухполупериодный, ламповый на газотронах ВГ-129
5. Тип регулятора напряжения	ЛАТР-2
6. Трансформатор выпрямительный	Двухплечевой, мощность 600 вт
7. Трансформатор сварочный	Специальный, импульсный
8. Время зарядки батареи	Не более 1,2 сек
9. Время разрядки батареи	Не более 0,01 сек

### Конструктивное выполнение машины

Общий вид машины приведен на рис. 2. Конструктивно машина выполнена в виде металлического шкафа с небольшим рабочим столиком. Внутри шкафа на полках смонтированы блоки конденсаторов, выпрямитель, сварочный и накальный трансформаторы. Механизм сжатия скомпанован внутри машины, наружу выходит педаль управления и электродержатели с электродами.

На лицевой панели установлены выключатель сети, выключатель вольтметра, вольтметр и сигнальная лампочка. Регулятор напряжения установлен на верхней крышке шкафа.

Механизм сжатия деталей (рис. 3) представляет собой рычажную систему с пружиной для регулирования усилия сжатия. Работа механизма сжатия осуществляется следующим образом.

При нажатии на педаль управления 1 тяга 3 поворачивает трехплечий рычаг 4 вокруг неподвижного шарнира. Трехплечий рычаг сжимает пружину 7, которая передает усилие на задний конец траверсы 8. Траверса, поворачиваясь на серге 9, перемещает вниз шток 11, связанный с верхним электродом. Электрод идет вниз и сжимает детали. По мере увеличения деформации пружины усилие сжатия деталей возрастает. При достижении определенной деформации пружины срабатывает концевой выключатель 5, включается электромагнитный контактор и происходит разрядка батареи и сварка. Усилие, при котором срабатывает концевой выключатель, регулируется винтом 6.

Данный механизм обеспечивает стабильное усилие сварки регулируемое в диапазоне 10—100 кг с высокой степенью точности. Неточность предварительной установки электродов, а также их износ не изменяют усилия сварки.

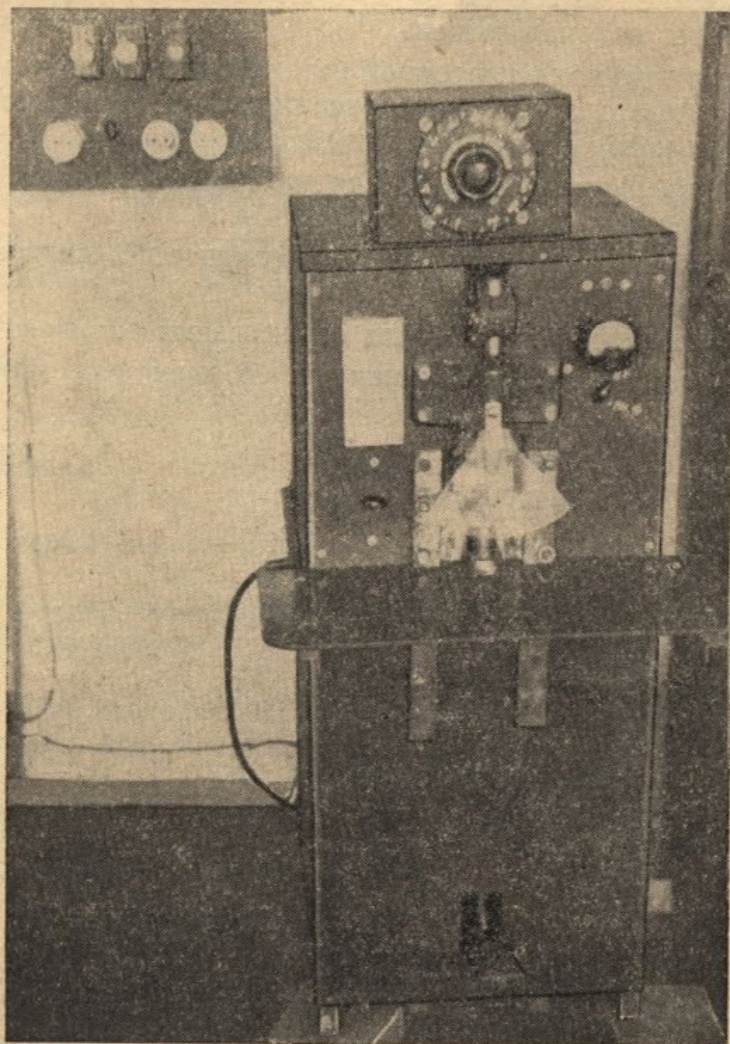


Рис. 2. Общий вид машины ТКМ-01.

### Внедрение конденсаторной сварки

На разработанной машине была осуществлена на заводе «Медаппаратура» сварка трех деталей из Л62, вместо ранее существовавшей пайки. Общая программа выпуска деталей — 1000 штук в смену.

Внедрение сварки вместо пайки позволило повысить производительность труда в три раза, избежать расхода дорогостоящих серебряных припоев, улучшить качество продукции и условия труда [5].

На рис. 4 приведены фотографии деталей, переведенных с пайки на сварку.

В процессе внедрения была выявлена непригодность электродов из меди М1 для сварки медных сплавов. Электроды из М1 быстро деформировались под воздействием нагрева и давления, что нарушало режим сварки, и после сварки 30—40 деталей электроды необходимо было затачивать. Поэтому был применен рекомендованный в литературе медный сплав ЭВ.

Применение электродов из сплава ЭВ обеспечило однородную высококачественную сварку массовых деталей при высокой стойкости электродов (200—250 сварок без заточки).

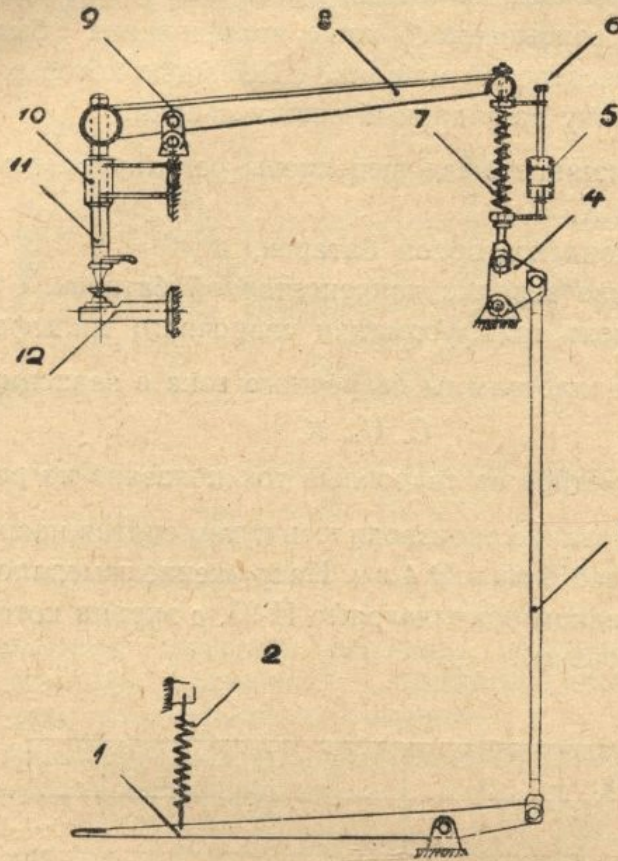


Рис. 3. Механизм сжатия машины ТКМ-01.

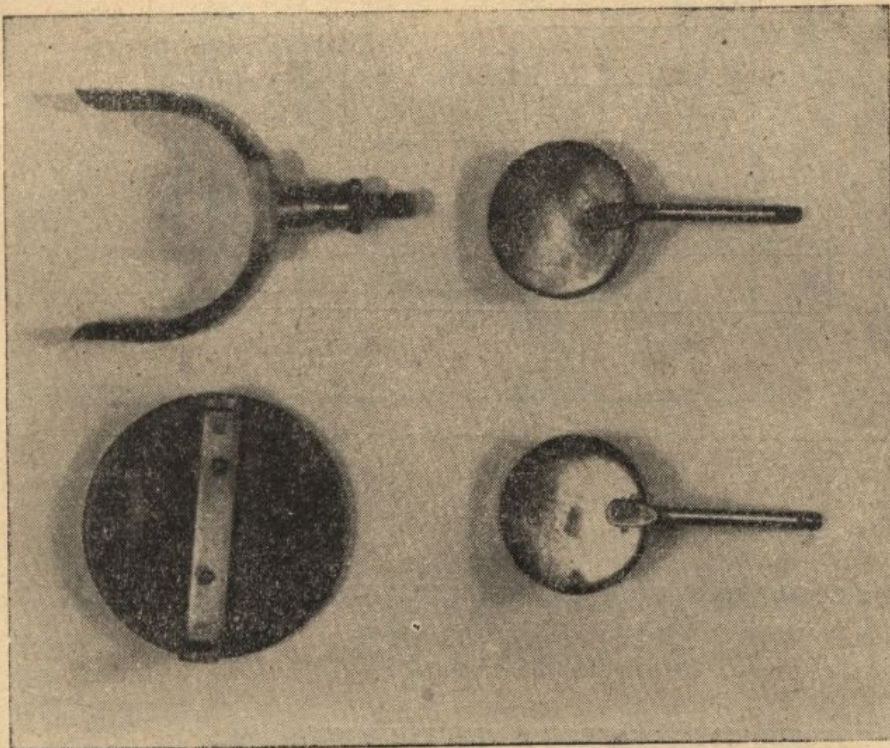


Рис. 4. Детали, переведенные с пайки на сварку.

### Регулирование процесса конденсаторной сварки

На машине ТКМ-01 наряду с производственными задачами по внедрению сварки цветных сплавов вместо пайки был также проведен ряд исследований. Целью описываемого ниже исследования было установить те параметры конденсаторной машины, с помощью которых целесообразно настраивать машину на заданный режим сварки.

Для этого на машине были выполнены регулируемые следующие параметры:  $C$ ,  $U_c$  и  $K$ ,

где  $C$  — емкость конденсаторной батареи,

$U_c$  — напряжение зарядки конденсаторной батареи,

$K$  — коэффициент трансформации сварочного трансформатора.

Были сняты осциллограммы сварочного тока в зависимости от  $C$ ,  $U_c$ ,  $K$ .

Влияние этих параметров на сварочный ток показано на рис. 5, 6, 7.

Осциллографирование производилось путем снятия напряжения с участка электрода длиной 6 мм и  $\varnothing$  4 мм. Напряжение измерялось от времени на импульсном катодном осциллографе И-25, с экрана которого производилось фотографирование.

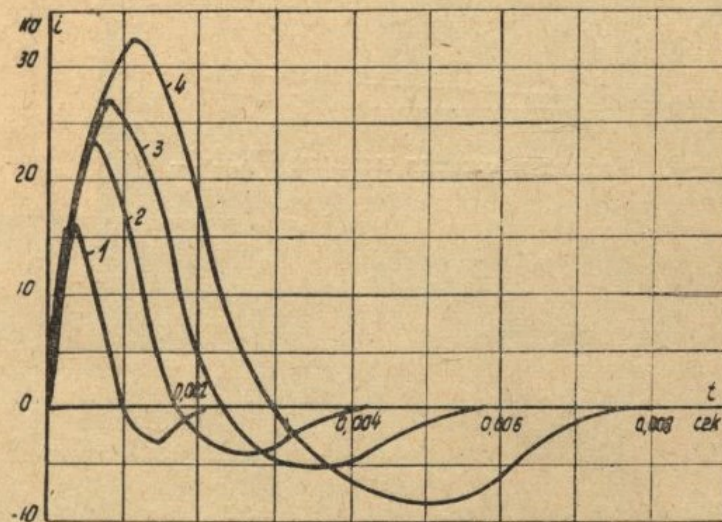


Рис. 5. Осциллограммы сварочного тока для различных напряжений при  $C = 1000$  мкф;  $K = 96$ ,

1.  $U_c = 900$  в;

2.  $U_c = 600$  в,

3.  $U_c = 400$  в;

4.  $U_c = 200$  в.

Ток в любой момент времени определялся по формуле

$$I = \frac{\Delta V}{R}.$$

где  $\Delta V$  — падение напряжения на участке электрода,

$R$  — сопротивление этого участка, равное  $0,85 \cdot 10^{-5}$  ом.

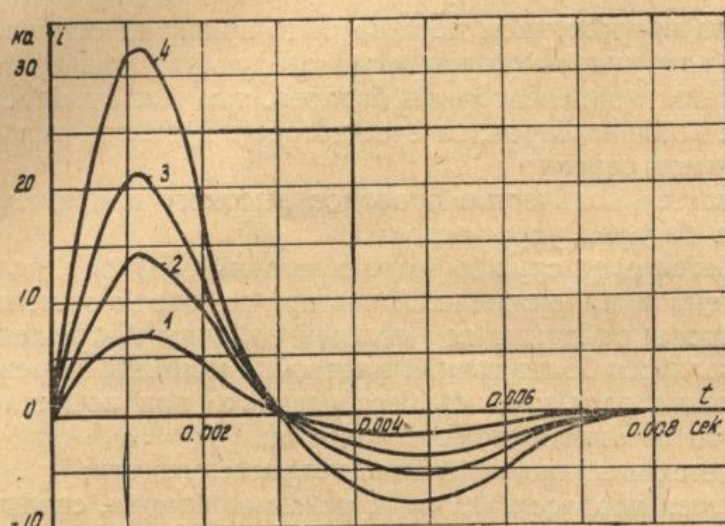


Рис. 6. Осциллограммы сварочного тока для различных емкостей

при  $K = 96$ ,  $U_c = 900$  в.

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1. $C = 100$ мкф; | 2. $C = 300$ мкф,  |
| 3. $C = 500$ мкф, | 4. $C = 1000$ мкф. |

Из осциллограмм сварочного тока видно следующее:

1. При увеличении напряжения  $U_c$  амплитуда сварочного тока растет, время сварки при этом остается неизменным.
2. При увеличении емкости  $C$  увеличивается одновременно и амплитуда сварочного тока и время сварки.

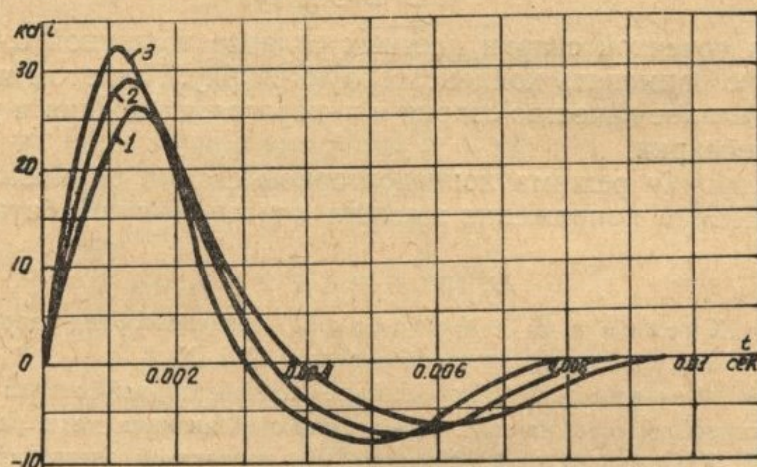


Рис. 7. Осциллограммы тока для различных коэффициентов трансформации

при  $U_c = 900$  в,  $C = 1000$  мкф.

- 1.
- $K = 120$
- ; 2.
- $K = 108$
- , 3.
- $K = 96$
- .

3. При увеличении коэффициента трансформации  $K$  амплитуда сварочного тока уменьшается, а время сварки увеличивается.
4. Характер разряда во всех случаях остается одинаковым: в виде положительной полуволны большой амплитуды и отрицательной полуволны меньшей амплитуды (около 25% основной полуволны).

Исходя из этого, можно сделать следующие выводы:

1. Количество энергии, расходуемое для сварной точки, можно регулировать емкостью или напряжением.

Регулировка напряжением должна быть признана основной, так как она имеет перед регулировкой емкостью следующие преимущества:

а) упрощается конденсаторная батарея, так как отпадает необходимость в мелких конденсаторах, за счет которых производится плавная регулировка режимов сварки;

б) уменьшается количество проводов высокого напряжения, так как конденсаторная батарея упрощается;

в) повышается срок службы конденсаторной батареи, вследствие работы на пониженном напряжении. Лишь при работе на максимальном режиме конденсаторы работают под полным рабочим напряжением;

г) осуществляется более точная настройка машины на режим, так как напряжение можно регулировать бесступенчато при помощи регулятора напряжения. Это повышает качество сварки;

д) устраняется влияние изменений напряжения сети;

е) упрощается процесс настройки режимов сварки, сводящийся к управлению только рукояткой регулятора напряжения.

2. Коэффициент трансформации не изменяет количество энергии, расходуемое на сварную точку, а лишь изменяет время сварки.

Проведенные исследования по сварке меди М1, латуни Л62 и нержавеющей стали при различном времени сварки в диапазоне 0,006—0,01 сек показали, что время сварки не оказывает влияния на прочность сварки. Образцы, сваренные с различным временем в пределах указанного диапазона, показали одинаковую прочность. Поэтому регулировка коэффициентом трансформации для этих материалов нецелесообразна. Целесообразность регулировки коэффициентом трансформации для других материалов требует дополнительных исследований.

## ВЫВОДЫ

1. Для точечной сварки цветных сплавов толщиной 0,4—1,0 мм следует широко применять конденсаторную сварку. При этом получается высокое, стабильное качество сварки и недорогая, надежная и удобная аппаратура для сварки.

2. Настройку режима конденсаторной сварки рационально производить изменением напряжения зарядки конденсаторной батареи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. К. К. Хренов и В. Э. Моравский. Конденсаторная сварка деталей электроизмерительных приборов. «Автогенное дело», 1952, № 8.
2. В. Э. Моравский. Исследование конденсаторной сварки металла малых толщин. Автореф. диссерт. на соискание ученой степени канд. техн. наук, 1955.
3. Н. Я. Кочановский. Машины для контактной электросварки. Госэнергоиздат, 1954.
4. В. П. Ренне. Электрические конденсаторы. Госэнергоиздат, 1952.
5. «Промышленно-экономическая газета», № 88, 22 августа 1956 г.