

Бр 50
35

Государственный комитет Совета Министров СССР
по автоматизации и машиностроению

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

— НИИТАВТОПРОМ —

АЛИТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЖАРОСТОЙКОСТИ

(Руководящий материал)

Москва — 1961

Государственный комитет Совета Министров СССР
по автоматизации и машиностроению

Научно-исследовательский институт технологии
автомобильной промышленности

Бр $\frac{50}{35}$

- НИИТАВТОПРОМ -

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ЖАРОСТОЙКОСТИ

/ руководящий материал /

Отдел технической пропаганды

Москва - 1961

В термических цехах машиностроительных заводов применяется большое количество металлической тары для цементации, отжига и других видов термообработки деталей.

Длительное пребывание металлической тары в условиях высоких температур и окислительной среды приводит ее к интенсивному разрушению и выходу из строя.

Тара обычно изготавливается из углеродистой стали и чугуна, а для работы при температурах выше 1000°C - из жаростойкой стали.

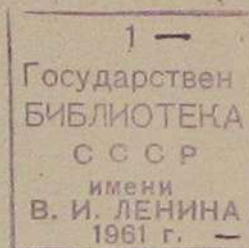
На пополнение парка термической тары в стране ежегодно расходуются десятки тысяч тонн металла, в том числе значительное количество хромоникелевой жаростойкой стали, поэтому увеличение срока службы тары является весьма важной задачей, положительное разрешение которой связано с большим экономическим эффектом.

Одним из рациональных методов повышения жаростойкости металлов является покрытие их слоем алюминия с последующей термодиффузионной обработкой, в процессе которой происходит насыщение поверхностного слоя алюминием с образованием твердых растворов и химических соединений. Защитное действие от проникновения в материал детали кислорода и других активных реагентов оказывает образующаяся на поверхности окисная пленка Al_2O_3 , имеющая температуру плавления 2200°C .

Этот процесс назван алитированием.

Установлено, что алитирование способствует повышению жаростойкости изделий из малоуглеродистой стали в 2-4 раза, из чугуна - в 2 раза, из хромоникелевой стали - в 2-6 раз.

Основные операции алитирования следующие: подготовка поверхности деталей к металлизации, металлизация, термодиффузионная обработка детали.



66771

Материал разработан Отделом сварки

Ответственный за выпуск
канд. техн. наук П.Т.ГОРОДНОВ

Л 103841

Заказ 92-150

Отпечатано на ротационной в типографии НИИТавтопром

В данном материале приводятся необходимые сведения по алитированию изделий, полученные в результате работ, проведенных НИИТавтопромом с использованием литературных источников.

Подготовки деталей к металлизации

1. Для надежного соединения металлизационного слоя с материалом детали поверхности, подлежащие алитированию, должны быть тщательно очищены от всех видов загрязнений и сохраняться чистыми до момента нанесения слоя алюминия. Перерыв между этими двумя операциями не должен превышать 3 часов. Для лучшего сцепления с напыляемым алюминием поверхность, подлежащая алитированию, должна быть шероховатой.

2. Наиболее распространенным способом удаления всех видов загрязнений с одновременным получением шероховатой поверхности является пескоструение или дробеструение.

Для пескоструения следует применять сухой горный кварцевый песок, для дробеструения - чугунную крошку или стальную дробь диаметром 0,5-1,5 мм.

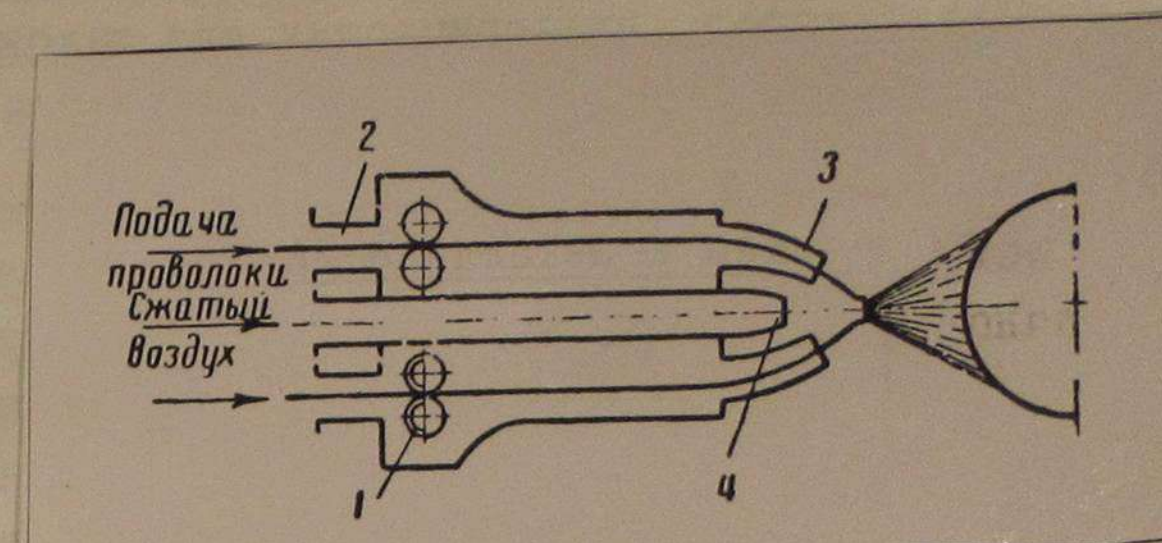
3. Расстояние от сопла пескоструйного аппарата до поверхности обрабатываемой детали должно составлять 100-250 мм. Угол направления струи для чугуна должен быть 90° и для стали $45-70^\circ$ при давлении сжатого воздуха 2,5-5 ат.

Сжатый воздух, используемый для пескоструйного аппарата, должен быть обязательно очищен от масла и влаги.

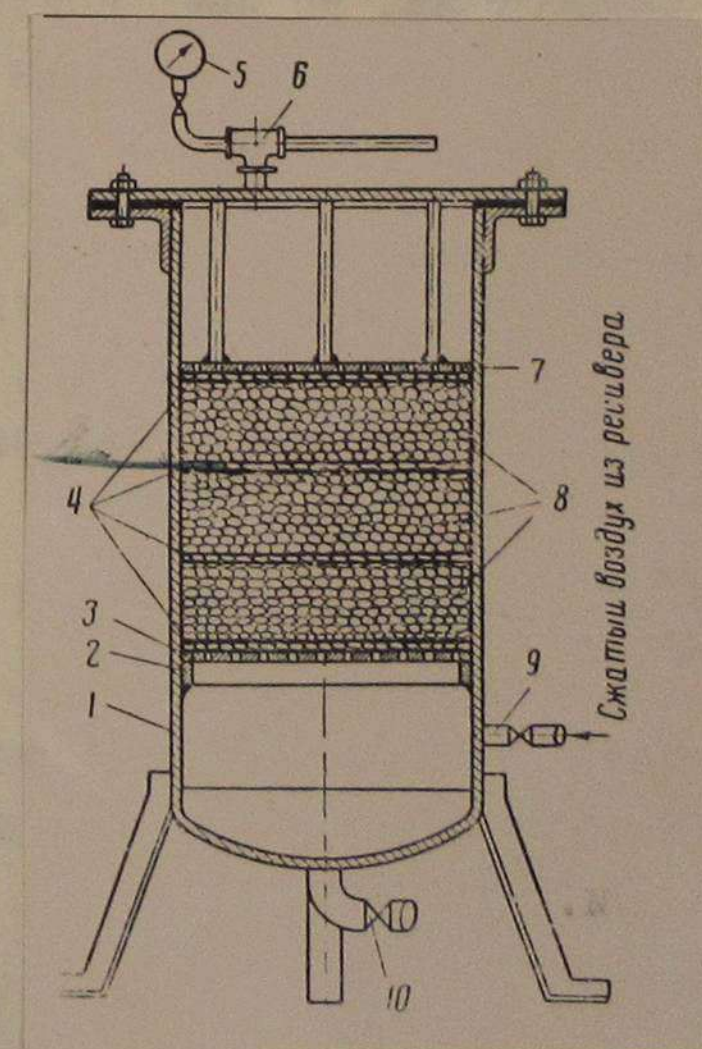
Если поверхность детали принимает сплошной матовый оттенок с ясно видимой шероховатостью подготовка считается законченной.

Процесс металлизации напылением

4. Существуют различные способы нанесения слоя алюминия, но наиболее целесообразным способом для различных условий производства является металлизация алюминия распылением с защитой его специальными образками для предохранения от расплавления и стекания при термодиффузионной обработке.



Фиг.1 Схема распыления металлов электрометаллизатором.



Фиг.2 Масловодоотделитель:

1 - корпус; 2 - кольцо; 3 - решетка; 4 - войлок; 5 - манометр; 6 - тройник; 7 - верхняя решетка; 8 - мелкий кокс; 9 - патрубок для ввода воздуха из ресивера; 10 - вентиль для спуска воды и масла.

5. Металлизация осуществляется при помощи специальных аппаратов - металлизаторов, электрических или газовых. Для алитирования рекомендуется электрическая металлизация, дающая лучшие результаты.

6. Схема распыления металлов с помощью электрометаллизатора проволоочного типа показана на фиг. 1. Две проволоки 2 непрерывно двигаются при помощи проволочноподающего механизма 1 через приемные трубки в направляющие наконечники 3. Поскольку к каждой из проволок подведен электрический ток, то при выводе из направляющих они встречаются и образуется дуга, под действием которой концы проволок расплавляются. Струя сжатого воздуха через сопло 4 распыляет расплавленный металл. Частицы металла, двигаясь с большой скоростью, ударяются о металлизируемую поверхность и образуют металлизационный слой.

7. Частицы алюминия в момент их вылета из зоны плавления обладают малыми скоростями, но под воздействием воздушной струи скорость увеличивается, поэтому для металлизации установлено расстояние в пределах 50-100 мм, в которых скорость частиц по мере удаления от аппарата возрастает.

8. Установка для металлизации состоит из трех основных частей: системы питания сжатым воздухом, источника тепловой энергии и рабочего распылительного аппарата или металлизатора.

9. Для металлизации требуется воздух давлением 5-7 атм, очищенный от влаги, пыли и грязи.

Сжатый воздух подается общей компрессорной станцией завода или компрессором, специально устанавливаемым вблизи участка металлизации.

Наиболее часто используются компрессоры, имеющие производительность по засасываемому воздуху 3-7 м³/мин. и рабочее давление воздуха 5-7 атм.

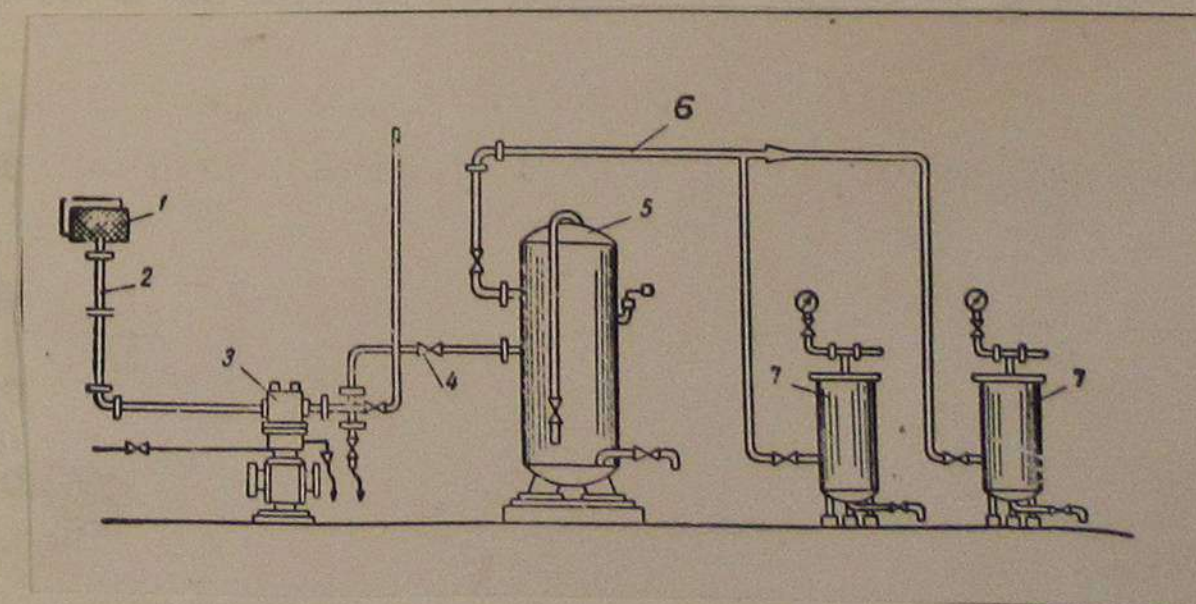
10. Для предупреждения попадания в компрессоры пыли на всасывающей трубе устанавливается воздушный фильтр, через который пропускается засасываемый воздух.

11. Воздух, распыляющий металл, должен быть хорошо очищен от влаги и масла, в противном случае нельзя получить прочный металлизационный слой. Для удаления влаги и масла воздух пропускается через масловодоотделитель, схема которого показана на фиг. 2.

12. Общая схема воздушной сети для металлизации, показанная на фиг. 3, может быть рекомендована как для электрической, так и для газовой металлизации.

Воздух через воздушный фильтр 1 и трубу 2 засасывается компрессором 3 и через обратный клапан 4, ресивер 5 по трубопроводу 6 проходит к постовым масловодоотделителям 7, где он очищается и поступает в металлизаторы.

Во избежание засасывания большого количества пыли, находящейся в помещении, всасывающий патрубок с воздушным фильтром обязательно выводится наружу и устанавливается на уровне крыши. Если сжатый воздух сильно загрязнен, то в линию воздухопровода на пути от компрессора к ресиверу устанавливают маслоуловитель.



Фиг. 3 Схема воздушной сети установки для металлизации.

Примечания.

Для очистки от масла маслоуловителя продувают воздухом 1-2 раза в смену.

Во избежание замерзания конденсата маслоуловителя рекомендуется устанавливать в отапливаемом помещении.

Для удаления скопившейся влаги и масла задвижки и краны нужно промывать бензином и продувать воздуховод.

13. Питание электрометаллизаторов осуществляется переменным или постоянным током. При работе на переменном токе используются дуговые сварочные или специальные понижающие трансформаторы, вторичная обмотка которых переделывается по схеме на фиг. 4.

При использовании сварочных трансформаторов дроссель в цепь не включается. Не допускается одновременное присоединение нескольких металллизаторов к одному трансформатору.

Источником энергии для работы на постоянном токе являются сварочные генераторы: СМ, СУГ, СМГ, ПС и др.

Металлизация производится при напряжении 30-45 в.

14. В табл. I приводятся характеристики наиболее распространенных электрометаллизаторов, выпускаемых нашей промышленностью.

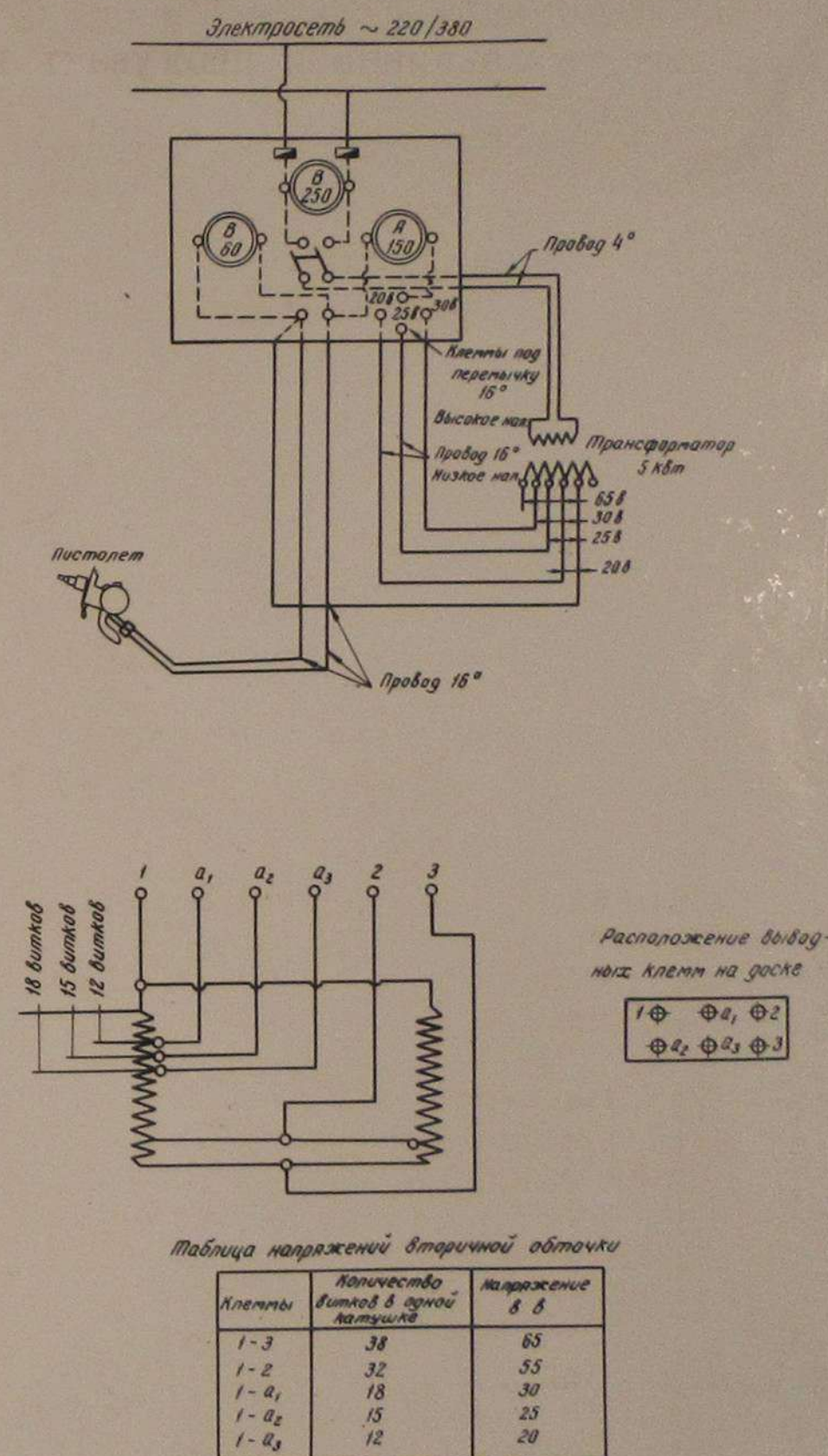
Для электрометаллизации деталей средних размеров рекомендуются электрометаллизаторы ЭМ-3 а, а для металлизации деталей более крупных размеров - металллизаторы ЭМ-6, имеющие высокую производительность.

Основными узлами аппарата ЭМ-6 являются: корпус с приводным механизмом и электродвигателем, проволокоподающий механизм, распылительная головка, кожух для защиты работающих от излучаемого дугой света и панель управления. Регулирование подачи проволоки осуществляется бесступенчатым фрикционным редуктором системы Светозарова.

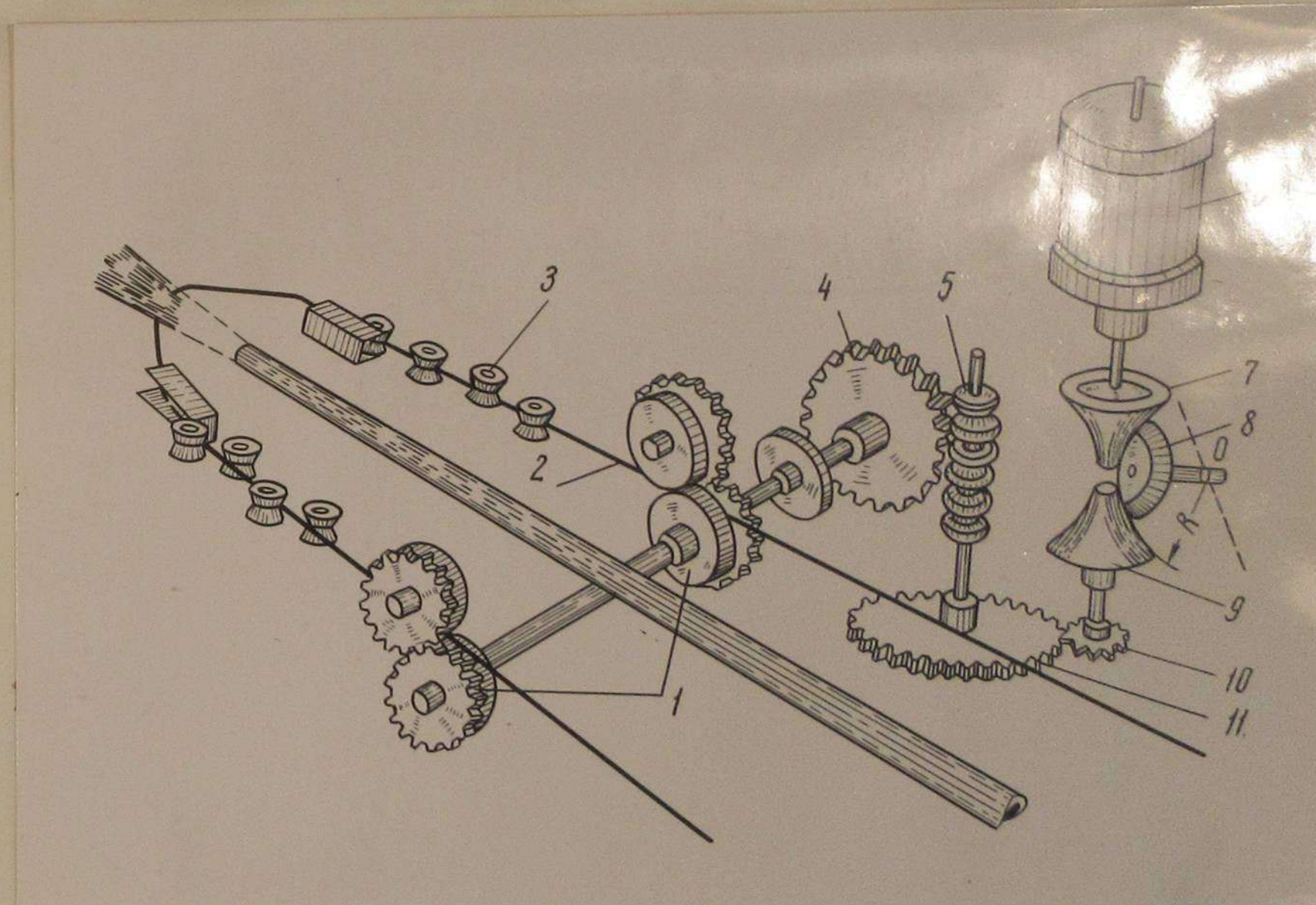
Устройство и принцип действия аппарата ЭМ-6 поясняются схемой на фиг. 5.

Металлизация алюминия распылением можно осуществить также с помощью однопроволочных аппаратов, в которых нагрев и плавление проволоки осуществляется т.в.ч. или плазменной дугой.

15. Металлизацию крупногабаритных деталей типа горшков для отжига ковкого чугуна или горшков для цементации следует производить с помощью механизированных устройств, позволяющих вращать или перемещать деталь в процессе металлизации с заданной скоростью, а также устанавливать несколько одновременно работающих металллизаторов.



Фиг. 4. Схема переделки трансформатора для металлизации.



Фиг.5 Схема электрометаллизатора ЭМ-6:

1-2 - проволочеподающие ролики; 3 - направляющие ролики; 4-5 червячные редукторы; 6 - электродвигатель; 7-9 конические чашки; 8 - диск; 10-11 - цилиндрические шестерни.

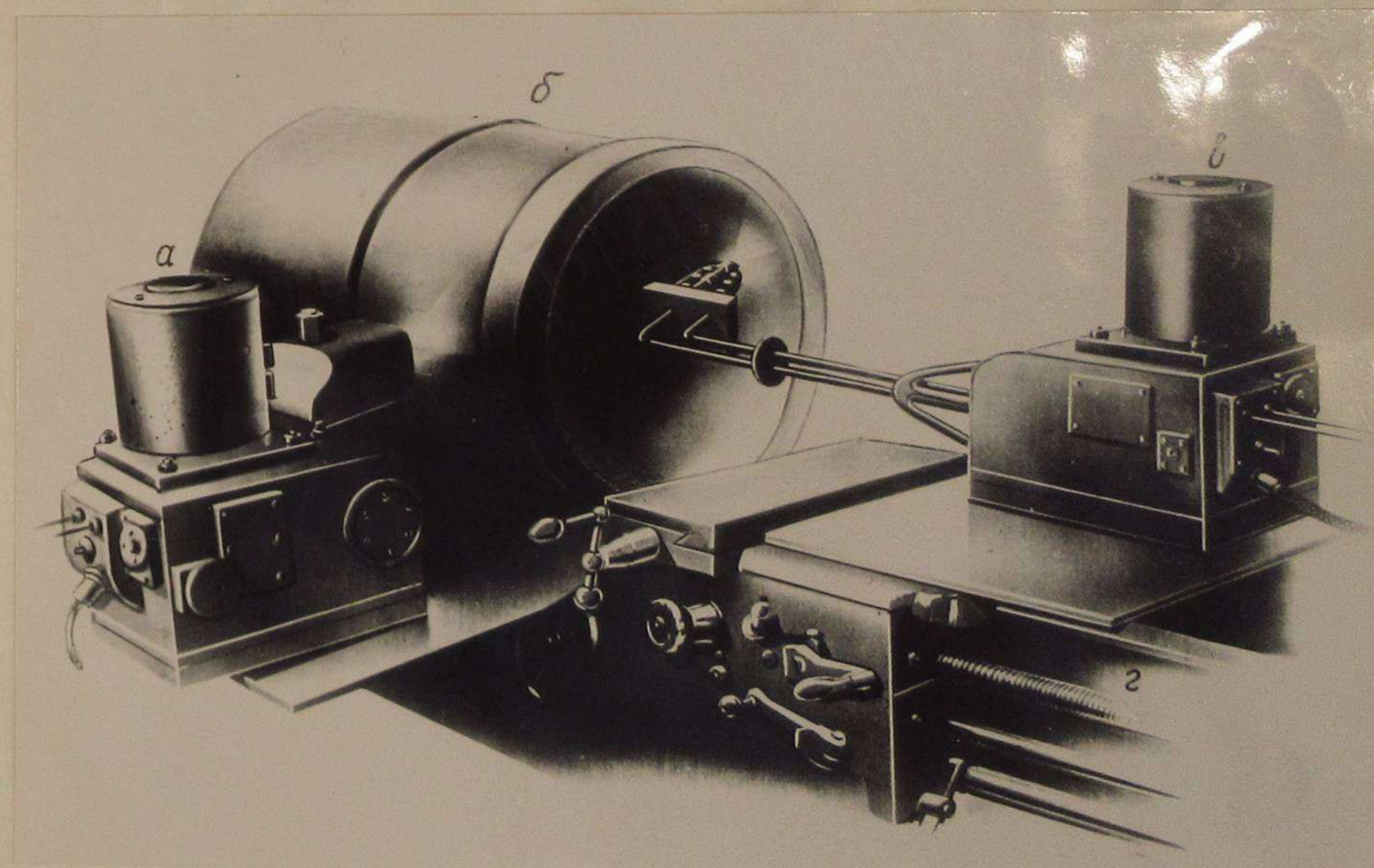
Таблица I

Техническая характеристика электрометаллизаторов

Наименование и тип аппарата	Вес в кг.	В рабочем давлении сжатого воздуха в атм.	Расход сжатого воздуха в м ³ /мин	Вид питания	Напряжение на дуге в В	Сила тока в а	Диаметр обрабатываемых болтов в мм	Скорость подачи проволоки в м/мин	Привод механизма подачи проволоки	Производительность аппарата в кг/час при распылении алюминия
ЭМ-3а	2,4	3,5-6	1-1,2	переменный	25-35	до 300	1-2	2,5-3,5	Воздушная турбина	2-3
ЭМ-3а с удлинителем и головкой УГ-1	2,8	4,5-6	1-1,2	постоянный	25-35	"	1-2	2,5-3,5	Воздушная турбина	"
ЭМ-6	21	4,5-5	0,8-0,9	"	"	"	1,5-2,5	"	то же	4-5
Высокочастотный	-	2,6-3	0,4-0,5	трехфазный	"	"	3-6	"	электро-двигатель специальный	"

- 9 -

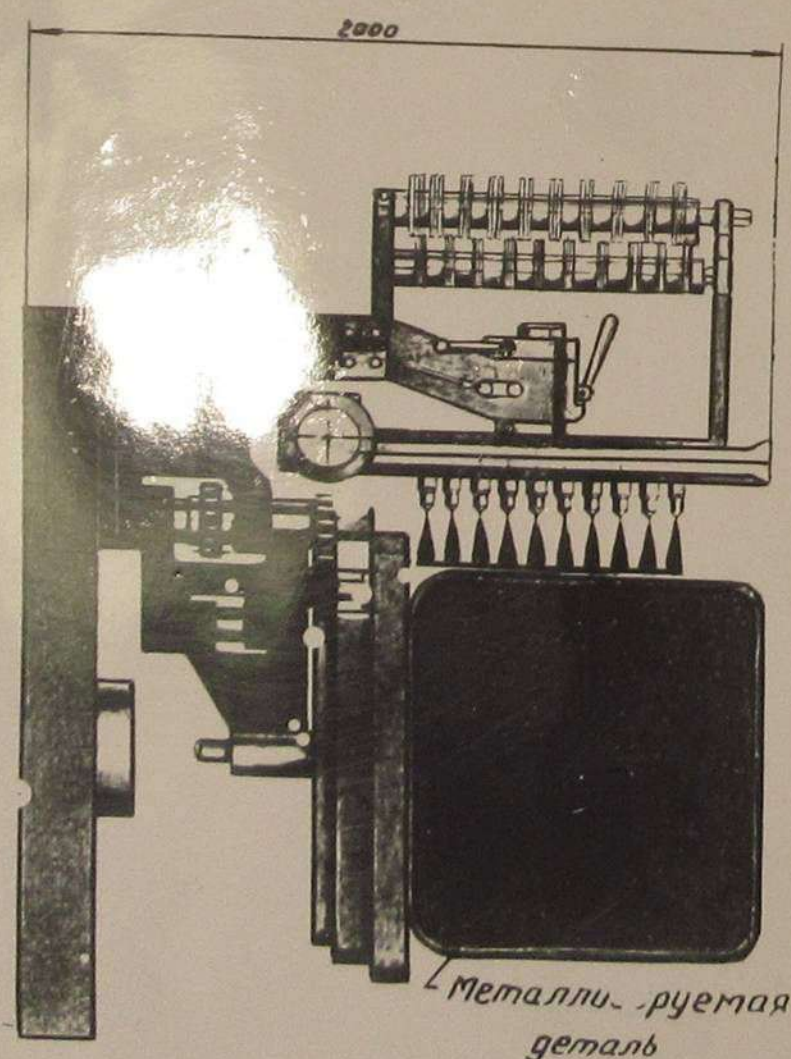
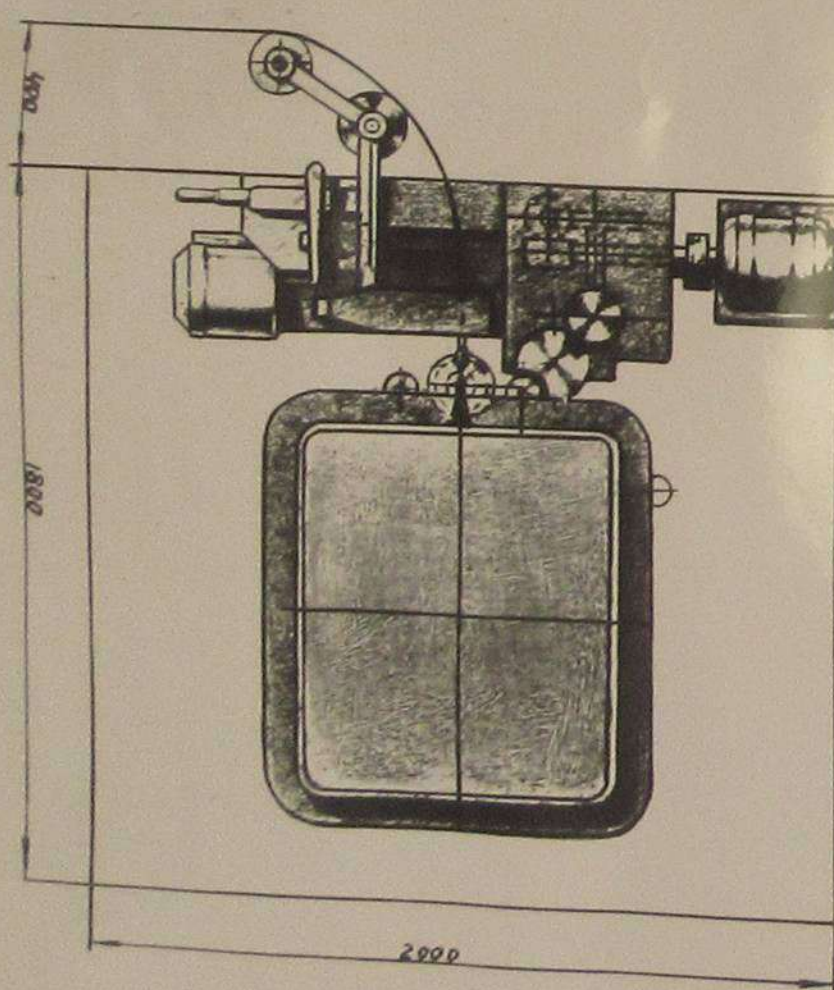
На фиг. 6 приведен наглядный пример использования токарного станка и двух металлизаторов для одновременного нанесения покрытия на наружную и внутреннюю поверхность круглых изделий.



Фиг. 6 металлизация камеры газификации газогенераторных автомобилей:

а - металлизатор; б - изделие; в - металлизатор с удлинителем; г - токарный станок.

НИИТавтопром разработан станок для металлизации горшков, имеющих форму параллелепипеда /фиг.7/.^{х/} Перемещение изделия осуществляется специальным кулисным устройством, а металлизация - десятью металлизаторами ЭМ-6 расположенными вертикально в одной плоскости. Все операции на этом станке автоматизированы.



Фиг.7. Автоматический станок-металлизатор для горшков отжига ковкого чугуна /черт. № 517-00000 НИИТавтопром/.

^{х/} Авторское свидетельство Городнова П.Т., Савченко В.С., Ковтюх Г.И. № 116152 от 2/УШ-1958 г.

16. Режим электрометаллизации приведен в табл.2.

Таблица 2

Марка аппарата	Расстояние от сопла до изделия в мм	Напряжение на дуге в в	сила тока в а	Давление воздуха в атм
ЭМ-3а	75-150	25-30	60-80	5-6
ЭМ-6	100-200	35-40	100-120	5-6

Толщина слоя алюминия в зависимости от рабочей температуры эксплуатации деталей следующая: при 700-800° - 0,4-0,5 мм, при 900-1000° - 0,5-0,7 мм; при температуре выше 1000° - 0,7-1,0 мм.

17. Для защиты нанесенного слоя алюминия от оплавления и стекания во время диффузионного отжига детали применяют защитную обмазку следующего состава в %: графит серебристый - 50; глина огнеупорная - 20; песок кварцевый - 30. Сухие составляющие обмазки смешиваются с жидким стеклом в количестве 8-10% от общего веса составляющих и добавляют воду до получения сметанообразной консистенции.^{х/}

Перед употреблением обмазка нагревается до 60-80°C и наносится кистью, или же деталь окунают в сосуд с обмазкой.

На детали больших размеров наносить обмазку рекомендуется при помощи специальной пневматической воронки /фиг.8/. Слой обмазки должен иметь толщину 0,8-1,5 мм.

Нанесенная обмазка просушивается на воздухе 5-6 часов, а затем изделие помещается в печь для прокалики обмазки при температуре 100-150°C.

^{х/} Авторское свидетельство Городнова П.Т. № 99463 от 22/УТ-50 г.

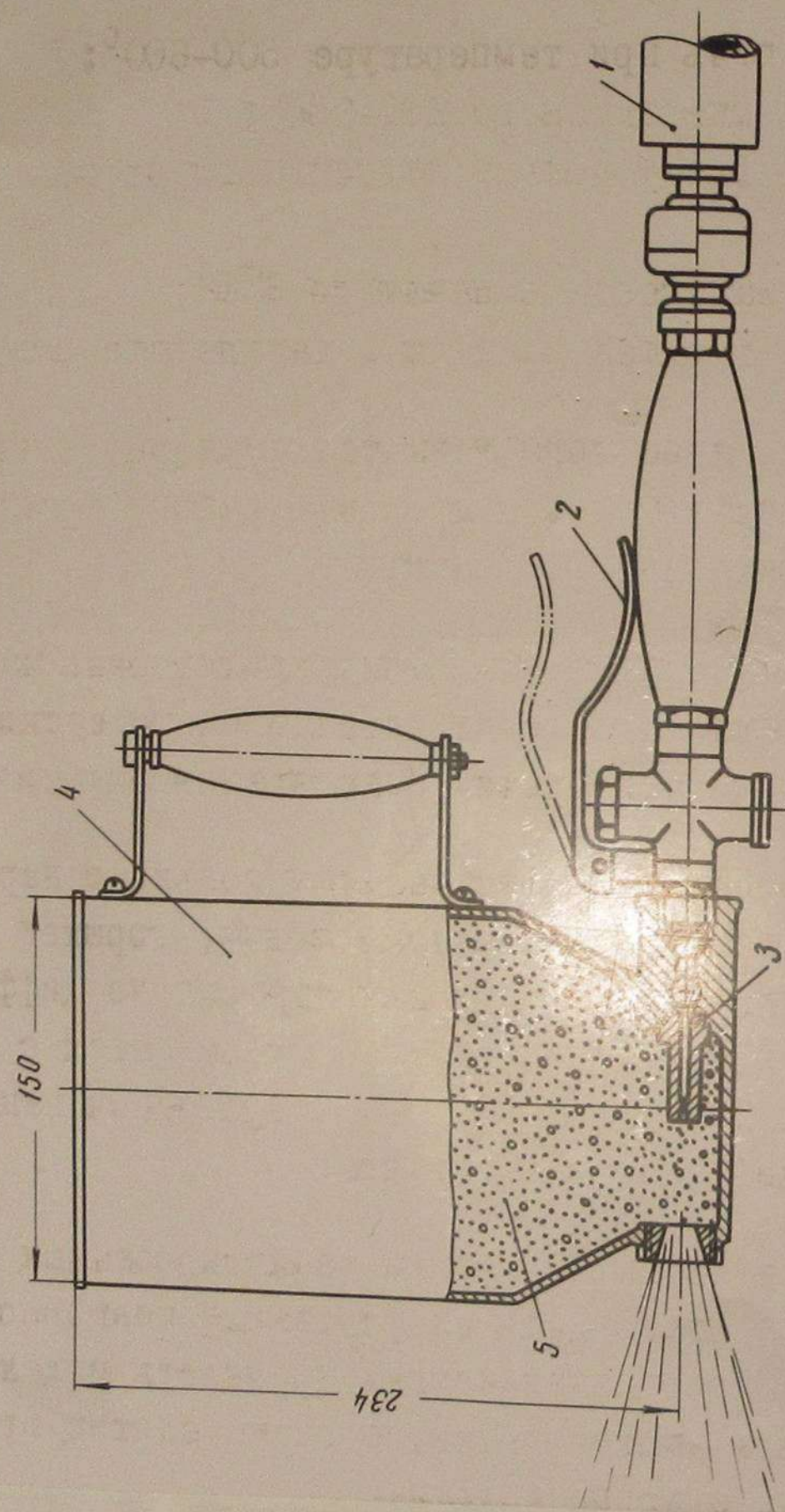


Рис. 8. Пневматическая воронка конструкции ЗИЛ для нанесения обмазки:
1 - ручка; 2 - резиновый шланг; 3 - впускной воздушный клапан;
4 - воронка; 5 - обмазка/чертеж № 55598 ЗИЛ/.

Термодиффузионная обработка

18. В процессе диффузионного отжига происходит насыщение поверхностного слоя детали алюминием. Основные стадии этой операции следующие:

- загрузка в печь при температуре $500-600^{\circ}$;
- подъем температуры до $900-950^{\circ}$;
- выдержка 1,5-4 часа в зависимости от габаритов и толщины детали;
- охлаждение вместе с печью до 600° ;
- выгрузка деталей из печи и дальнейшее охлаждение на воздухе.

Скачкообразное повышение температуры отжига от 500 до 900°C сказывается более благоприятно на глубину проникновения, чем увеличение длительности отжига.

19. После полного остывания алитированного изделия защитная обмазка удаляется с помощью металлической щетки с соблюдением мер предосторожности против повреждения алюминиевого слоя.

20. В изделиях, алитированных только с наружной стороны, как, например, опоках для точного литья, горшках для отжига ковкого чугуна, муфеля и других специально диффузионный отжиг не производится. Эта операция обычно совмещается с производственной операцией, так как нет опасности повреждения нанесенного слоя алюминия до диффузионного отжига.

21. При появлении окислы на алитированных изделиях рекомендуется производить алитирование повторно до тех пор, пока это допускает механическая прочность изделия. Детали, бывшие в употреблении, повторно алитируются в том же порядке, как и новые изделия.

22. Влияние времени нагрева и толщины напыленного слоя алюминия на глубину диффузионного слоя показано в табл. 3.

Таблица 3

Толщина напылен- ного слоя в мм	Глубина диффузионного слоя в мм при времени нагрева в час.			
	I	24	48	72
0,50	0,08	0,12	0,25	0,30
0,75	0,08	0,13	0,26	0,37
1,00	0,09	0,15	0,32	0,60

Глубина диффузионного слоя находится в прямой зависимости от толщины напыленного слоя алюминия. Однако увеличивать толщину этого слоя больше 1 мм не рекомендуется, так как при этом уменьшается сцепление алюминия с металлом детали и может произойти отслоение.

Техника безопасности при работе на установках для металлизации распылением

23. Работа на металлизационных установках связана с образованием значительного количества металлической пыли и паров плавящегося металла.

Кроме того металлизация сопровождается излучениями электрической дуги, сильным шумом и т.д. Все эти явления могут оказать вредное влияние на организм человека, находящегося в помещении, где производится металлизация. Поэтому к обслуживанию металлизационных установок могут быть допущены лица, которые прослушали специальный инструктаж и изучили правила техники безопасности.

24. При электрометаллизации необходимо соблюдать следующие условия.

Все приборы, аппараты и металлические части могут оказаться под током при нарушении изоляции, поэтому они должны быть заземлены.

Все токоподающие провода к металлизатору должны иметь сечение не менее 16 мм² и хорошо изолированы.

Проволоки от катушек до приемного механизма должны быть укрыты в резиновых трубках.

Рабочий и все наблюдающие за работой аппарата должны обязательно иметь защитные очки со стеклами типа ТИС № 4 и № 5.

Запрещается работа аппарата без предохранительного колпака.

Исправление и наладка аппарата производится только при выключенном токе.

Вентиляционные и звукоизолирующие устройства должны быть выполнены согласно действующим нормам.

Рабочий, ведущий металлизацию внутри резервуаров, должен находиться в противогазе, делать систематические перерывы и выходить на свежий воздух.

25. Для предупреждения попадания минеральной пыли на организм человека при подготовке поверхности пескоструйной обработкой необходимо соблюдать следующие условия:

установить вентиляцию с целью удаления запыленного воздуха из мест образования пыли;

все камеры, шланговые соединения, шкафы и другое оборудование должны быть герметичны. Следует избегать выполнения пескоструйной обработки ручным способом, а пользоваться специально оборудованными для этой цели камерами.

Пескоструйные аппараты, засловоодотделители и ресиверы должны устанавливаться и эксплуатироваться в соответствии с правилами инспекции Котлонадзора.

ЛИТЕРАТУРА

1. АНТОШИН Е.В., Технология металлизации распылением, Машгиз, 1944 .
2. ВАДИВАСОВ Д.Г., Восстановление деталей металлизацией, Саратовское книжное издательство, 1956.
3. ВОЛЬПЕРТ Г.Д., Покрyтия распыленным металлом, Промстройиздат, 1957.
4. ГОРОДНОВ П.Т., Исследование и разработка метода алитирования по повышению жаростойкости деталей, автореферат диссертации 1958 .
5. КАТЦ Н.В., ЛИННИК Е.М., Электрометаллизация, Сельхоз, 1953.
6. КРАСНИЧЕНКО Л.В. , Современная технология металлизации распылением, Трудрезервиздат, 1958.
7. КРЕМЧЕР Э., Металлизация распылением и ее применение в народном хозяйстве, Машгиз, 1958.
8. КРЯТКОВ В.М., Металлизация внутренних цилиндрических поверхностей. Листок технической информации Ленинградского дома техники, 1957.
9. МИНКЕВИЧ А.Н., Химико-термическая обработка стали, Машгиз, 1950.
10. ПОНОМАРЕВ А.И., Металлизация, ЦБТИ МТИ СССР, Москва, 1957.

ПРОВЕРЕНО