

ВЛТИ
МИНТРАНСМАШ

182
137

1
Государственная
библиотека
СССР
имени
В. И. ЛЕНИНА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
АЛИТИРОВАНИЯ
СПОСОБОМ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

1954г.

Л Вып. 108

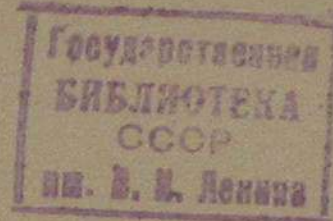
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ВПТИ)

182

137

ОБМЕН ТЕХНИЧЕСКИМ ОПЫТОМ

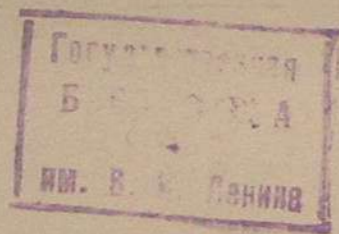
1954г.
Л 3617. 108



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
АЛИТИРОВАНИЯ
СПОСОБОМ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

(Из опыта института «Оргавтопром»)

Москва—1954



17-56-7796

Редактор инж. Г. А. АФРАЙМОВИЧ

ОТДЕЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время основными способами алитирования являются: алитирование в порошкообразных смесях, в ваннах с расплавленным алюминием, электролизное алитирование в ваннах с расплавленными солями алюминия, газовое алитирование и алитирование металлизацией распылением алюминия с последующим диффузионным отжигом. Каждый из указанных способов имеет свои особенности и свое применение.

Наиболее рациональным способом алитирования деталей газогенераторных машин является металлизация распылением алюминия с последующим диффузионным отжигом.

Преимущество этого способа состоит в том, что он не требует громоздких сложных установок и может быть применен не только в производственных условиях заводов, но и на машинно-тракторных станциях. Кроме того, при нанесении слоя алюминия распылением на поверхности изделий не возникают внутренние напряжения и структурные изменения.

Недостатком способа металлизации являлось то, что напыленный слой алюминия получался пористым (до 20 микропор на 1 мм^2), что значительно снижало жаростойкость деталей в эксплуатации.

Для устранения этого недостатка институт «Оргавтопром» разработал технологию металлизации деталей распылением алюминия с последующим покрытием напыленного слоя специальной обмазкой и применением диффузионного отжига.

На Сталинградском тракторном заводе алитирование по разработанной институтом «Оргавтопром» технологии внедрено с 1952 г. для массового производства деталей тракторных газогенераторных установок ГБ-58. Ногинский завод топливной аппаратуры применяет этот способ

для металлизации опок. Московский завод АТЭ-1 и Мытищинский машиностроительный завод проверили этот метод на цементационных ящиках и других изделиях, работающих при высокой температуре. Сравнительные испытания алитированных цементационных ящиков на жаростойкость показали, что алитированные ящики при 900—930° могут служить без смены 800—1000 час., в то время как неалитированные выдерживают 80—100 час. нагрева.

В брошюре дается описание технологического процесса алитирования способом металлизации.

Институт ВПТИ переиздает данную брошюру в порядке межотраслевого обмена опытом.

П. Т. ГОРОДНОВ

АЛИТИРОВАНИЕ МЕТОДОМ МЕТАЛЛИЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБМАЗОК И ДИФфуЗИОННОГО ОТЖИГА

При разработке нового технологического процесса алитирования способом металлизации был проведен ряд исследований по определению оптимальных параметров технологического процесса алитирования и других факторов, влияющих на жаростойкость изделий и деталей.

Образцы и изделия были изготовлены из проката малоуглеродистой стали и литой стали следующего химического состава: 0,28 % С; 0,67 % Мп; 0,37 % Si; 0,038 % Р и 0,02 % S.

Перед металлизацией поверхность изделий подвергали пескоструйной обработке, чтобы удалить окалину и масляные пятна и создать шероховатость, обеспечивающую лучшее сцепление алюминия с основным металлом, после чего наносили способом металлизации слой алюминия толщиной 0,8—1,0 мм.

Так как напыленный слой алюминия сцепляется с основным металлом только механически, то для получения диффузионного слоя был применен отжиг.

Чтобы получить плотный слой алюминия и предохранить его от выгорания и окисления во время диффузионного отжига, применялась обмазка состава, приведенного в табл. 1.

Отжиг производится в электрических и газовых печах по следующему режиму:

подсушка образцов при 100°; посадка в печь при 600°; нагрев до 950—1000° и выдержка в течение 3 час.; охлаждение до 450°.

Таблица 1

№ об-мазки	Содержание компонентов, %				Замес компонентов
	графит	кварцевый песок	огнеупорная глина	аммоний	
1	50	30	20	—	На воде
2	50	30	20	—	На жидком стекле
3	48	30	20	2	То же

Результаты отжига при 1000° в течение 3 час. приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ об-мазки	Диффузионный отжиг образцов из проката в электрической печи		Диффузионный отжиг образцов из литой стали в газовой печи	
	толщина напыленного слоя после отжига мм	глубина диффузионного слоя мм	толщина напыленного слоя после отжига мм	глубина диффузионного слоя мм
1	0,242—0,350	0,166—0,222	0,225—0,310	0,134—0,142
2	0,130—0,226	0,163—0,230	0,132—0,140	0,16—0,20
3	0,150—0,344	0,37—0,50	0,124—0,450	0,26—0,40

Из табл. 2 видно, что большой разницы в глубине диффузионного слоя образцов, изготовленных из проката и литой стали (указанного химического состава), не наблюдается.

Образцы, покрытые обмазкой № 3, имеют диффузионный слой несколько больший, чем образцы, покрытые

обмазками № 1 и 2. Кроме того, у образцов, отоженных в электрической печи, глубина диффузионного слоя больше на 0,03—0,13 мм, чем у образцов, обработанных в газовой печи.

Выбор рационального метода металлизации

В настоящее время применяют электрическую и газовую металлизацию.

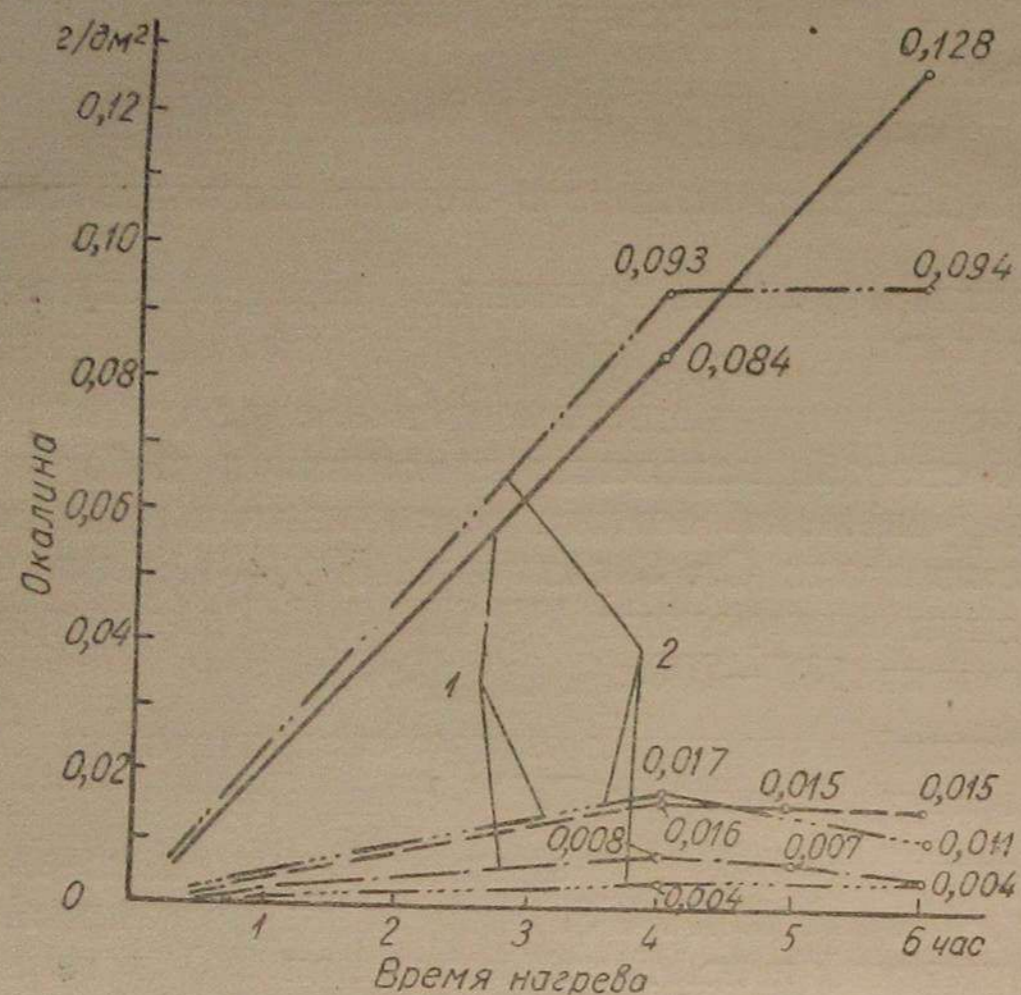
Для проведения экспериментов по определению рационального способа нанесения алюминия и выбору печей для диффузионного отжига были изготовлены сварные образцы из стали Ст. 3 размером $80 \times 30 \times 9$ мм. Сварку производили электродами УОНИ—13/55 диаметром 5 мм при силе тока 180—200а.

Алюминий наносили электрометаллизатором ЭМ-3 и газовым металлизатором ГИМ-1.

Образцы, напыленные электродуговым и газовым аппаратами с обмазкой № 3, прошли диффузионный отжиг в электрической и нефтяной печах при 980° в течение 4,5 и 6 час. У образцов, напыленных при помощи газового аппарата, алюминиевое покрытие во время диффузионного отжига стекало по месту расположения сварных швов, а при испытании их на жаростойкость на этих участках получался слой окалины, тогда как на образцах, металлизированных при помощи электродугового аппарата, этого не наблюдалось.

Все образцы испытывали на жаростойкость в течение 100 час. в электрической печи при 800° , после чего их взвешивали. На основании полученных данных была построена диаграмма жаростойкости (фиг. 1), из которой видно, что у образцов, напыленных при помощи газового аппарата, при диффузионном отжиге в электрических и нефтяных печах в течение 4 час. образовалось окалины в 5—7 раз меньше, чем у неалитированных образцов; у образцов, напыленных при помощи электродугового аппарата, при диффузионном отжиге в тех же печах в течение 6 час. образовалось окалины в 20—25 раз меньше, чем у неалитированных образцов. Таким образом, образцы, напыленные газовым аппаратом, показали более интенсивное образование окалины, чем образцы, напыленные электродуговым аппаратом. На основе полученных дан-

ных дальнейшее напыление алюминием производили только электрометаллизаторами ЭМ-3 и ЭМ-6.



— Образцы не алитировались
 - - - Газовая металлизация
 — Электрическая металлизация

Фиг. 1. Жаростойкость образцов, подвергавшихся отжигу:
 1—в газовой печи; 2—в электрической печи

Влияние толщины напыленного слоя алюминия на глубину диффузии

Для изучения зависимости глубины диффузионного слоя от толщины напыленного слоя алюминия были проведены исследования на образцах, изготовленных из низкоуглеродистой стали следующего химического состава: 0,24% С; 0,14% Si; 0,52% Mn; 0,045% S и 0,015% P. Диффузионный отжиг проводили при 950—960° с обмазкой № 3.

Для алитирования применялась проволока следующего химического состава: 98,17% Al; 1,01% Si; 0,10% Zn; 0,72% Fe.

Химический состав алитированного слоя после диффузионного отжига был следующим: 82% Al; 15% Al₂O₃; 2,8% Fe₂O₃; 0,20% MnO.

Толщина напыленного слоя алюминия, ориентировочно определенная по расчету расхода проволоки, была равной 0,25; 0,5; 0,75 и 1,0 мм; расстояние от сопла металлизатора до поверхности образца — 75; 100; 125 и 150 мм.

Как видно из табл. 3, расстояние от сопла металлизатора до поверхности покрытия изделия в пределах 75—100 мм не влияет на качество металлизации и глубину диффузии. После часового отжига глубина диффузионного слоя колеблется для всех образцов в пределах 0,07—0,14 мм.

Металлографическое исследование показало, что диффузионный слой во всех исследуемых образцах состоит из кристаллов твердого раствора алюминия в железе и иглообразных химических соединений.

Таблица 3

Расстояние от сопла металлизатора до поверхности изделия в мм	Толщина напыленного слоя в мм	Толщина напыленного слоя после отжига в течение 1 часа в мм	Глубина диффузионного слоя в мм
75	0,25	0,20	0,13—0,14
100	0,25	0,20	0,13—0,14
125	0,25	0,16	0,09
150	0,25	0,20	0,13—0,14
75	0,50	0,36—0,50	0,07—0,09
100	0,50	0,41	0,07—0,09
150	0,50	0,48	0,07—0,09
75	0,75	0,70—0,72	0,07—0,09
100	0,75	0,52—0,66	0,07—0,09
150	0,75	0,54	0,07—0,09
100	1,00	0,60—0,96	0,07—0,09
150	1,00	0,63—0,78	0,09

Влияние температуры, продолжительности нагрева и толщины напыленного слоя алюминия на глубину диффузионного слоя

Для выяснения зависимости глубины диффузии от продолжительности нагрева и толщины напыленного слоя алитированные образцы нагревали до 900° в течение 72 час. в электрической печи с окислительной атмосферой с охлаждением на воздухе.

Результаты исследования приведены в табл. 4.

Таблица 4

Толщина напыленного слоя в мм	Глубина диффузионного слоя в мм при продолжительности нагрева в часах			
	1	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

Проведенными опытами установлено, что глубина диффузионного слоя находится в зависимости от толщины напыленного слоя алюминия и продолжительности нагрева. Однако увеличивать толщину напыленного слоя более 1 мм не рекомендуется, так как адгезия (сцепление алюминия с основным металлом) при этом уменьшается и может произойти отслаивание алюминия. Установлено также, что время диффузионного отжига можно ограничить 1,5—2 час., так как диффузия алюминия в основной металл продолжается и в процессе работы газогенератора.

По технологическому процессу института «Оргавтопром» на Сталинградском тракторном заводе подвергают алитированию камеры газификации, колосниковые решетки, горловины тракторов, работающих на древесном топливе и торфобрикетах, и другие детали. Процесс напыления алюминия механизирован.

На заводе для металлизации применяют мощный металлизатор ЭМ-6; процесс нанесения алюминиевого слоя толщиной 0,8—1,0 мм на камеру газификации длится 20—25 мин. Камеры газификации, алитированные по вне-

дренному на заводе процессу, работали в течение 2500—3000 час. без ремонта.

Технико-экономические показатели различных методов алитирования приведены в табл. 5.

Таблица 5

Сравнительная стоимость алитирования топливника газогенераторных автомобилей и тракторов

По данным завода	Алитирование в ферроалюминиевом порошке					Алитирование распылением алюминия (по данным «Оргавтопром»)		
	Ферроалюминиевый порошок		Хромоникелевая сталь ЭИ307		Общая стоимость в руб.	Расход алюминиевой проволоки диаметром 2,0—2,5 мм в кг	Стоимость	
	расход в кг	стоимость в руб.	расход в кг	стоимость в руб.			общая в руб.	в % к стоимости алитирования в ферроалюминиевом порошке
Люберецкого с.-х. машин им. Ухтомского	52,3	235	10	62,5	297,5	2,5	26,3	8,84
ЖТЗ	80	360	10	62,5	422,5	2,5	26,3	6,22
СТЗ	74	333	10	62,5	395,5	2,5	26,3	6,65

Как видно из данных табл. 5, алитирование распылением алюминия в 11—15 раз дешевле, чем алитирование в ферроалюминиевом порошке.

ВЫВОДЫ

Алитирование металлизацией с применением специальных обмазок и диффузионного отжига в течение 1,5—2,0 час. является наиболее прогрессивным способом поверхностного насыщения деталей алюминием. Этот способ отличается высокой производительностью, простотой применяемого оборудования и позволяет полностью автоматизировать и механизировать процесс.

Жаростойкость камер газификации и других деталей газогенераторных тракторов, алитированных способом распыления алюминия, в 4—7 раз больше неалитированных: неалитированные камеры работали до первого текущего ремонта 300—500 час., а алитированные 2000—2250 час. С применением повторного алитирования камеры могут работать до полного износа значительно дольше (4000—4500 час.). Благодаря применению данного метода алитирования можно изготавливать топливники и камеры газификации из низкоуглеродистой стали, что дает значительную экономию дефицитных легирующих металлов — хрома и никеля.

Повторное алитирование металлизацией основных деталей газогенераторных тракторов (камер газификации и горловин) без диффузионного отжига можно производить на МТС и в ремонтных мастерских.

Срок службы цементационных алитированных ящиков (до первого восстановления) увеличивается в 8—10 раз по сравнению с неалитированными. Это дает возможность полностью заменить цементационные ящики, ранее изготовлявшиеся из дефицитной жаростойкой стали, алитируемыми ящиками из низкоуглеродистой литой стали.

Разработанный институтом «Оргавтопром» технологический процесс алитирования можно применять для любых изделий и деталей, работающих в условиях высокой температуры и окисляющей среды.

КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО АЛИТИРОВАНИЮ ЦЕМЕНТАЦИОННЫХ ЯЩИКОВ И ДРУГИХ ИЗДЕЛИЙ, РАБОТАЮЩИХ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ДО 1000°, МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ РАСПЫЛЕНИЕМ АЛЮМИНИЯ

Настоящая производственная инструкция предусматривает повышение жаростойкости цементационных ящиков и других изделий из малоуглеродистой стали, работающих при температуре до 1000°, для замены ими изделий из дефицитной жаростойкой стали.

1. Цементационные ящики и другие изделия должны быть изготовлены из литой углеродистой стали 30 или из проката малоуглеродистой стали.

2. Поверхность, подлежащую металлизации, необходимо подвергнуть пескоструйной обработке с помощью аппарата нагнетательного типа. Пескоструйной обработкой удаляют окалину, масляные пятна и создают шерохо-

ватую поверхность для лучшего сцепления алюминия с основным металлом.

3. В качестве абразивного материала рекомендуется применять сухой и чистый кварцевый песок грануляции 1,5—2,0 мм или колотую чугунную и стальную крошку.

4. Электрометаллизацию проводят при помощи аппаратов ЭМ-3 и ЭМ-6.

5. Для алитирования применяют проволоку следующего химического состава: 98,17% Al; 1,01% Si; 0,10% Zn; 0,72% Fe.

6. Источниками питания металлизационного аппарата служат сварочные трансформаторы переменного тока СТ-2, СТ-34 или СТ-24, в которых электрическая часть переделывается по схеме, показанной на фиг. 2.

7. Для очистки воздуха от влаги и масла при пескоструйной обработке и при металлизации необходимо применять масловодоотделитель.

8. Подготовку поверхности детали под металлизацию в пескоструйной камере производят под давлением воздуха 4,5—5,5 ат. Во время работы пистолет следует держать в разных направлениях под углом 15—30° к поверхности. Расстояние от сопла до поверхности не должно превышать 180—250 мм, так как с увеличением расстояния качество подготовки значительно снижается. После пескоструйной очистки деталь необходимо предохранить от масляных и других загрязнений. Поверхность детали после очистки должна быть матовой и шероховатой.

9. Деталь покрывают алюминием только с наружной стороны непосредственно после пескоструйной очистки, так как очищенная поверхность быстро окисляется и образовавшаяся пленка окислов препятствует соединению напыленного слоя алюминия с основным металлом. Перед началом распыления тщательно обдувают изделие сжатым воздухом из металлизатора для удаления приставших песка и пыли. Металлизационный аппарат во время работы следует держать перпендикулярно обрабатываемой поверхности. Воздух должен быть очищен от влаги и масла так же, как и при пескоструйной очистке. Металлизацию круглых деталей следует производить на токарных станках.

10. Режим электрометаллизации приведен в табл. 6.

11. Толщина напыленного слоя алюминия должна быть в пределах 0,8—1,0 мм.

Таблица 6

Аппарат	Расстояние от сопла в мм	Напряжение дуги в в	Сила тока в а	Давление воздуха в ат
ЭМ-3	75—150	25—30	60—80	5—6
ЭМ-6	100—250	35—40	100—120	5—6

12. Обмазка для покрытия напыленного слоя состоит из следующих компонентов в %:

серебристого графита	50
огнеупорной глины	20
кварцевого песка	30
жидкого стекла	20—25%
	веса сухих компонентов

13. Поверхность цементационного ящика, напыленную алюминием, обмазывают только с наружной стороны. Толщина слоя обмазки должна быть в пределах 0,6—1,0 мм. Обмазку наносят вручную кистью или окунанием.

14. Цементационный ящик после обмазки просушивают на воздухе, а затем в печи при 100—150° до полного высыхания обмазки.

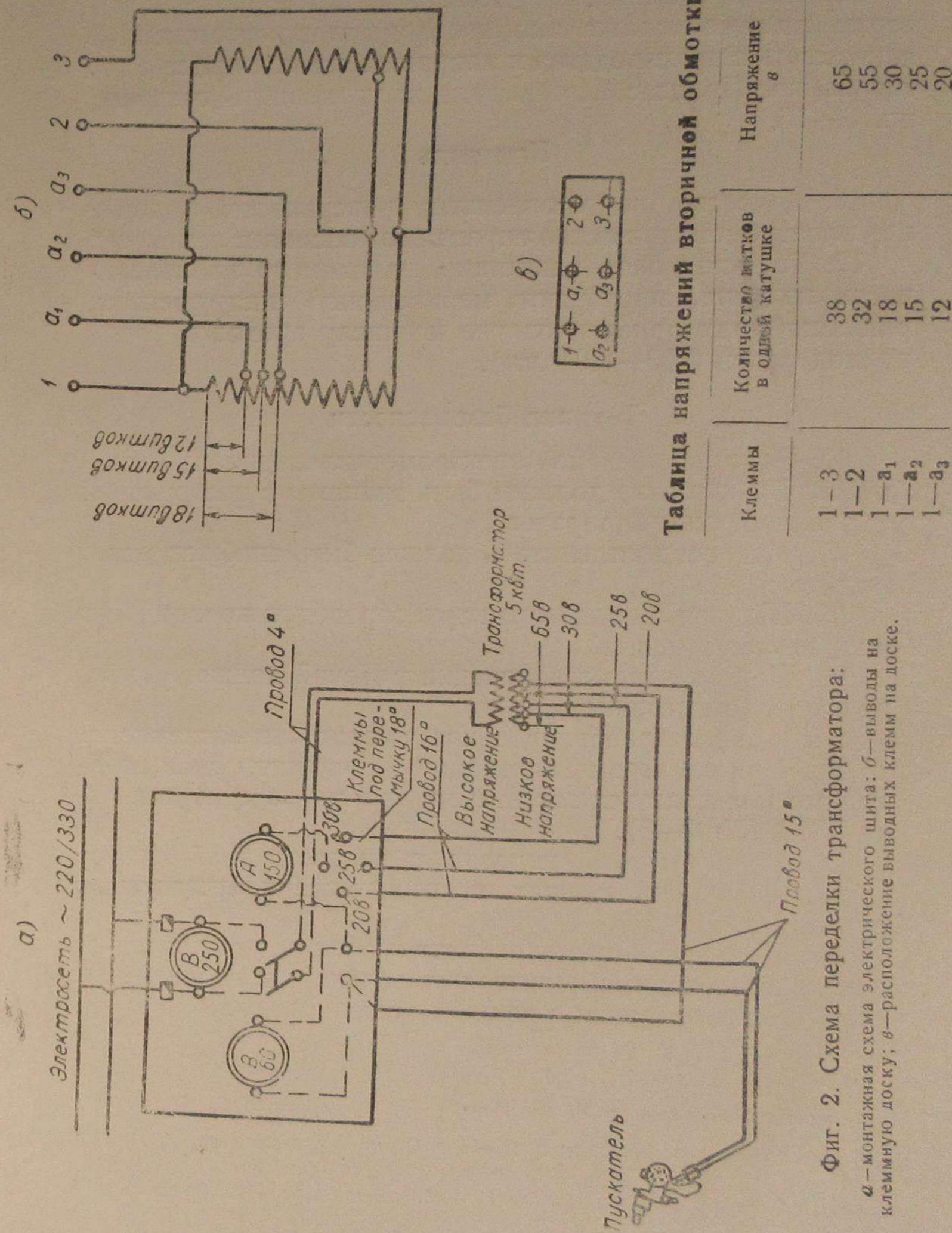
15. Диффузионный отжиг цементационных ящиков и других изделий проводят по следующему режиму:

- предварительная просушка при 80—100° в течение 1,5—2,0 час.;
- садка в печь при 500—600°;
- нагрев до 900—950° и выдержка при данной температуре в течение 1,0—1,5 час.;
- охлаждение с печью до 600°;
- выгрузка из печи и дальнейшее охлаждение на воздухе.

16. Изделие очищают металлической щеткой от обмазки, не допуская снятия напыленного слоя.

Повторное алитирование

17. Цементационные ящики и другие изделия повторно алитируют 2—3 раза. Алитированный цементационный ящик с толщиной стенок 6—8 мм до первого восстанов-



Фиг. 2. Схема переделки трансформатора:

а — монтажная схема электрического шита; б — выводы на клеммную доску; в — расположение выводных клемм на доске.

ления работает в течение 800—900 час. при 900—930°, после чего начинает сгорать напыленный слой алюминия и появляется окалина. Как только на алитированной поверхности появится окалина, необходимо цементационный ящик снять с производства и направить на повторное алитирование. Процесс восстановления выполнять согласно пп. 8—16.

Контроль

18. Качество подготовленных поверхностей изделий под электрометаллизацию определяют внешним осмотром.

19. Толщину слоя алюминия, наносимого на поверхность изделия, проверяют мерительным инструментом, шаблоном или ориентировочно по числу проходов (один проход равен 0,03—0,04 мм).

Техника безопасности

20. Работающие по электрометаллизации и пескоструйной обработке должны быть знакомы с инструкцией по эксплуатации аппаратов.

21. Масловодоотделитель должен быть снабжен манометром.

22. Шланги с воздушным трубопроводом крепят с помощью хомутиков.

23. При электрометаллизации рабочий должен стоять на резиновом коврик.

24. Все электрооборудование должно быть заземлено.

25. При электрометаллизации для защиты глаз необходимо пользоваться защитными очками со стеклами типа ТИЗ (№ 4—5).

26. Обрабатывать изделия в пескоструйной камере только в защитных очках, в спецодежде и брезентовых рукавицах.

27. Пескоструйную обработку и электрометаллизацию изделий необходимо производить только при хорошо действующей вентиляции с полным отсосом пыли.

Технический редактор *И. М. Бромберг*

Корректор *З. Д. Плетнева*

Л 147069 Подписано к печати 10/IX—54 г. Сдано в производство 6/VIII—51 г.

Формат 84×108^{1/32}

а. л. 0,7 Тираж 2000 экз. Работа № 4045. Выпуск № 108 Заказ № 1498

Тип. Хоз. Упр. Минтрансаш, Б. Кисельный, 4.