

CHAPITRE PREMIER

CYLINDRES

A. — CYLINDRE MOTEUR PROPREMENT DIT

1° **Avaries et usures.**

a) **Usure de l'alésage.**

Le frottement du piston provoque une usure irrégulière de l'alésage; en cas de graissage insuffisant, il peut se produire des grippages et rayures.

Pour déterminer l'importance de cette usure, on mesure, soit à l'aide d'une jauge micrométrique spéciale au 1/50 de mm., soit à l'aide de l'appareil à centrage automatique représenté *figures 26 et 26 bis*, tome VI, et équipé d'un bras muni d'un comparateur, dans 3 sections perpendiculaires à l'axe du cylindre et situées respectivement à l'avant (1), au milieu et à l'arrière (1) de celui-ci, les diamètres horizontaux et verticaux.

Les plus grandes différences entre deux quelconques des trois diamètres verticaux et entre deux quelconques des trois diamètres horizontaux mesurent la conicité.

Les trois différences entre les deux diamètres horizontal et vertical de chaque section mesurent l'ovalisation.

Les cotes relevées, si le cylindre n'est pas à réalésage et dans le cas contraire après réalésage, sont mentionnés sur le registre d'entretien de la machine et éventuellement sur l'inventaire préalable.

b) **Usure des extrémités.**

La portée du plateau et sa pénétration peuvent présenter des traces de malage et rongeurs.

c) **Porosités, fissures et cassures.**

Cylindre en fonte.

Les porosités et fissures proviennent d'un défaut de coulée: elles se révèlent, soit à l'épreuve hydraulique après fabrication, soit en service, les trépidations et les tensions internes dues aux variations de température ayant aggravé la défectuosité.

(1) A 10 mm. environ vers l'intérieur du cylindre de l'intersection de l'alésage avec les entrées avant et arrière.

Les fissures et les cassures sont provoquées, plus généralement dans la partie avant, lorsqu'il y a eu coup d'eau ou chauffage de bielle entraînant des chocs du piston contre les plateaux.

Cylindre en acier.

Les avaries ci-dessus sont relativement rares en raison de la meilleure résistance et de la bonne homogénéité du métal.

d) Ebranlement de l'attache au longeron.

Les efforts très importants et alternativement de sens contraires qui tendent à déplacer les cylindres de l'avant à l'arrière et réciproquement développent du jeu dans l'encastrement du longeron et occasionnent par suite la rupture des boulons d'assemblage.

2° Réalésages.

a) Conditions de réalésage.

Les cylindres sont à réalésés :

1° quand la côneité ou l'ovalisation est égale ou supérieure aux valeurs du tableau ci-dessous :

Diamètre des cylindres	Tolérance d'usure		
	en service	Levages	G. R.
≤ 500	1,5 mm.	1 mm.	0,5 mm.
> 500	2 mm.	1,5 mm.	0,5 mm.

2° quand on constate des zones rayées ou grippées pouvant donner lieu à des fuites de vapeur appréciables.

Pour fixer les idées, les dimensions des rayures longitudinales ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes :

profondeur : 1 mm.

largeur : 2 mm.

longueur : distance entre les deux segments extrêmes du piston moteur.

b) Modalités d'exécution des réalésages.

1° On réalésés les cylindres en place s'ils n'ont pas à être démontés pour tout autre motif.

2° Les réalésages doivent toujours être faits suivant l'axe d'origine du cylindre, axe suivant lequel « les entrées » à l'avant et l'arrière ou l'alésage de la boîte à garniture (dans le cas de cylindre sans fond rapporté) ont été également usinés.

3° L'outil est réglé de manière à enlever le moins de métal possible (il est recommandé de laisser des « témoins » non attaqués par l'outil).

4° En principe, le réalésage se fait en deux passes, la passe de finition étant aussi faible que possible, de manière à obtenir une surface bien lisse. On n'effectue qu'une seule passe lorsque la profondeur de passe est inférieure ou égale à 2 mm. en tous points de l'alésage.

Tableau I
Cylindres moteurs

Série de locomotives	Type de cylindre	Pression au cylindre	Diamètre d'origine du cylindre	Épaisseur limite du cylindre	Ø du dernier réalésage du cylindre	Diamètre de chemisage	Ø du dernier réalésage de la chemise	Série de locomotives	Type de cylindre	Pression au cylindre	Diamètre d'origine du cylindre	Épaisseur limite du cylindre	Ø du dernier réalésage du cylindre	Diamètre de chemisage	Ø du dernier réalésage de la chemise
121 A 402 à 416	HP	11	440	10	460				BP	8	640	chemise de construction			660
	HP	16	360	15	382	386	372	220 B 503 à 562	HP	14	340	13	364	368	354
230 G 801 à 895	BP	6	600	16	624	628	614		BP	6	530	14	552	556	542
030 A 14 à 123	HP	10	420	12	444	448	434	221 A 101 à 110	HP	16	360	15	382	386	372
230 K 401 à 451	HP	12	500	12	532	536	522		BP	6	600	16	624	628	614
230 K 491 à 498	HP	12	500	14	532	536	522	030 C et D 531 à 885	HP	9 et 10	460	12	492	496	482
231 C à H sauf 523	HP	16	420	15	446	450	436	230 A, B, C, D, F	HP	14 et 15	350	13	374	378	364
	BP	6	640	18,5	663	667	653		BP	6	550	14	574	578	564
231 K 301 à 311	HP	12	620	14	668	672	658	230 H 371 à 385	HP	12	550	16	578	582	568
040 A 361 à 405	HP	8	520	12	552	556	542	230 J et L 781 à 800	HP	12 et 14	430	14	458	462	448
040 B 401 à 406	HP	8	520	12	552	556	542	230 M 605 à 704	HP	17	350	15	370	374	360
140 B	HP	13	533,4	13,5 ⁽¹⁾	576	580	566		BP	6	550	13	374	378	364
140 C 101 à 573	HP	13	590	16	618	622	608	231 B 1 à 11	HP	16	380	15	402	406	392
140 A	HP	12	584	12	630	634	620		BP	6	600	17	622	626	612
141 A 401 à 416	HP	12	620	14	668	672	658	141 B, C 1 à 250	HP	12 et 14	620	19	652	656	642
241 A 1 à 49	HP	20	425	(2)	chemisé	480	456	030 T B 306 à 331	HP	10	430	12	456	460	446
	BP	6	660	16	683	687	673	030 T C 402 à 403	HP	13	450	12	466	"	"
150 A 1 à 10	HP	14	560	20	596	600	586	131 T A 501 à 620	HP	15	340	13	364	368	354
030 T A 607 à 698	HP	9,5	420	12	448	452	438		BP	6	530	14	552	556	542
030 T B 101 à 200	HP	10	420	13	456	460	446	230 T A 4 à 45	HP	12	460	14	488	492	478
030 T E 40 à 257	HP	8	400	12	422	426	412	avec surchauffe	HP	12	520	17	542	546	532
030 T F 91 à 93	HP	8	420	10	436	"	"	040 T A 1 à 143	HP	12	480	12	516	520	506
252 T A 31 à 93	HP	14	480	22	506	510	496	141 T C 1 à 20	HP	13	600	17	626	630	616
sans surchauffe	HP	14	460	12	506	510	496	240 T A 4 à 45	HP	13	480	12	496	"	"
141 T B 401 à 410	HP	12	620	17	656	660	646	141 E 113	HP	14	620	19	652	656	642
141 T D 101 à 140	HP	14	510	(3)	542	546	532	040 T X	HP	12, 24	520	15	546	"	"
050 T B 509 à 521	HP	12	630	14	672	676	622	050 T X	HP	14, 28	600	22	626	"	"
141 P 1 à 288	HP	20	410	chemise de construction		480		141 R	HP	15, 46	597				

(1) cylindre nouveau modèle

(2) 10 cyl + 32,5 chemisé

(3) 20 cyl + 18 chemisé

5° La position des arêtes d'intersection de l'alésage cylindrique et des cônes de raccordement de cet alésage avec l'entrée et la chambre AR doit demeurer invariable. Les cônes sont à retoucher en conséquence, après le réalésage, avec un outil de profil convenable (fig. 1).

6° Après réalésage, la conicité et l'ovalisation ne doivent pas excéder 0,2 mm.

7° L'entrée avant est à réalésier quand, par suite de réalésages successifs du cylindre, la différence entre le diamètre de l'entrée et le diamètre du cylindre devient égale ou inférieure à 3 mm.

Il y a lieu, dans ce cas, de réalésier l'entrée au diamètre limite de réalésage du cylindre, augmenté de 2 mm. pour que le plateau ne soit plus retouché par la suite et de rétablir la rampe d'accès. Toutefois, cette opération ne devra pas avoir pour effet de

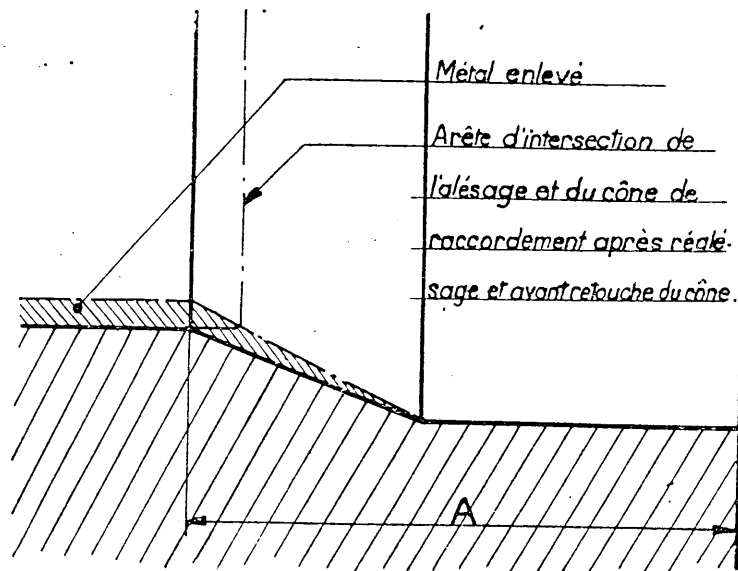


FIG. 1

réduire la largeur du joint du plateau à moins de 7 mm. (14 mm. pour la cloison entre les deux alésages d'un cylindre double).

L'entrée avant et la portée du plateau sont également à rectifier en cas de rongeurs ou matages et en enlevant le moins de matière possible.

8° Quelle que soit la disposition du fond de cylindre, la chambre AR est à réalésier, en principe, au même diamètre que l'entrée.

Cette opération étant difficile à exécuter au cours de l'entretien, il y a lieu d'usiner les chambres AR au diamètre limite sur les cylindres neufs.

En principe, le logement du fond de cylindre n'est pas à réalésier.

c) Limites d'usure et de réalésage.

Les limites d'usure des cylindres ont été déterminées en tenant compte :

1° d'une part, de l'épaisseur minimum admissible pour la paroi du cylindre (résistance à la pression et possibilité de chemisage). Cette épaisseur limite est calculée suivant la

formule donnée (tome III, chap. VIII, § A 2^o a) sous réserve qu'elle soit au moins égale à :

$$\begin{aligned} & 12 \text{ mm. si } P < 15 \text{ Hpz} \\ & 15 \text{ mm. si } P > 15 \text{ Hpz} \end{aligned}$$

et qu'en aucun point l'épaisseur mesurée soit inférieure à 10 mm.

(P = pression maximum de la vapeur dans le cylindre.)

-- Pour le plus grand diamètre de réalésage pour chemisage, les épaisseurs de 12 et 15 mm. ci-dessus sont ramenés à, respectivement, 10 et 13 mm.

2^o d'autre part, de la nécessité de maintenir entre l'alésage de l'entrée et les goujons de fixation du plateau, une largeur du joint d'au moins 7 mm. (voir article 7^o du § précédent.

Dans certains cas, pour permettre le chemisage du cylindre, il pourra être prescrit de déplacer les goujons de fixation du plateau.

Le tableau-annexe I indique les diamètres limites d'usure et de réalésage des cylindres.

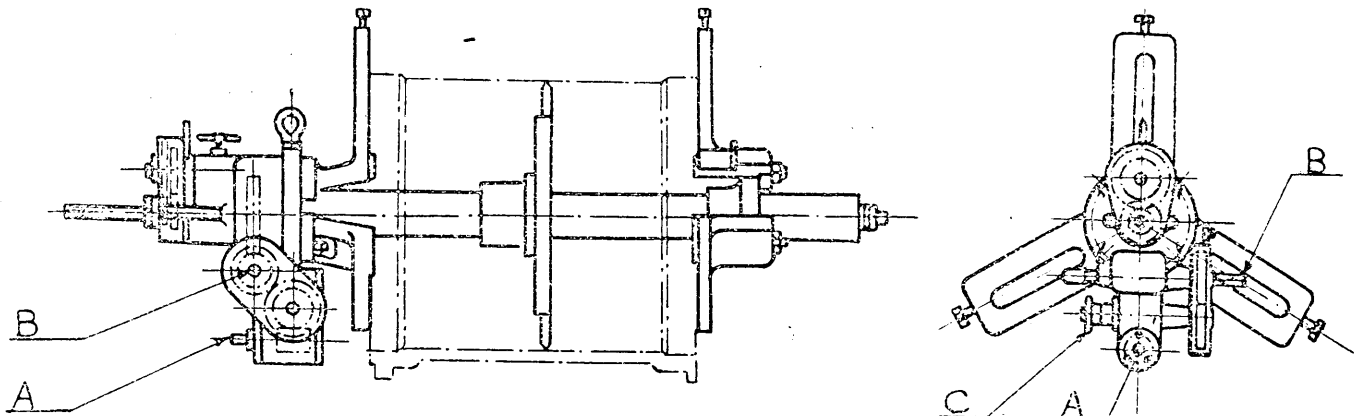


FIG. 2

Quand il y a doute sur l'épaisseur du cylindre on perce un trou dans la partie la plus mince, avant réalésage pour déterminer l'épaisseur exacte. Ce trou est rebouché à l'aide d'un goujon fileté en cuivre rouge.

Si l'insuffisance d'épaisseur provient de corrosions localisées, il peut rester possible de maintenir le cylindre en service en bouchant les corrosions et rechargeant à l'arc.

d) Aléseuse.

Les machines à aléser les cylindres sur place sont de types très nombreux, mais la S.N.C.F. étudie actuellement un type unifié.

Ces machines doivent être robustes, rigides, pouvoir se fixer solidement afin de permettre d'obtenir un bon fini par une vitesse convenable des outils modernes (à carbure).

Elles doivent pouvoir s'adapter à tous les types de cylindres sans démontages dispendieux d'organes fixes voisins pour l'attache des pattes ou l'introduction de la broche. Leur capacité de travail doit être assez étendue (longueur et diamètres maximum et minimum d'alésage) pour que deux dimensions au plus de machines de même type suffisent à tous les types existants de cylindres et boîtes à vapeur. Certaines aléseuses possèdent leur moteur spécial fixé à l'appareillage, ce qui l'alourdit, d'autres utilisent au contraire une commande à distance.

La figure 2 représente le montage d'une machine Collet et Engellaard fixée en 1929. La commande est obtenue soit à la main par l'attaque de l'arbre B soit mécaniquement par l'un ou l'autre des arbres A ou B relié par un arbre télescopique à cardans, articulé à un moteur de distribution. Un

dispositif C permet d'embrayer le pignon à vis sans fin commandé par A ou de rendre ce pignon libre sur son arbre pour commande par B. La commande se fait toujours à droite (1). Le moteur électrique de commande ayant deux vitesses on dispose ainsi de quatre vitesses à la barre d'alésage.

Le mouvement d'avance du manchon porte-outils est obtenu par engrenages différentiels sous une seule vitesse, soit à la main, soit automatiquement en actionnant le dispositif d'embrayage correspondant (0,5 mm, environ par tour de la broche). Les vitesses de coupe recommandables avec outils ordinaires pour rafraîchir les cylindres en fonte varient dans les limites de 6 à 10 mètres par minute, ce qui correspond à l'utilisation de la plus grande vitesse (120 t/m.) des moteurs électriques à 2 vitesses dont disposent les dépôts pour la commande de l'arbre latéral de ces machines ou à l'attaque de l'arbre longitudinal au moyen de perceuses de 800 watts pour trous de 32 mm. (225 t/m.). On dispose alors dans ce dernier cas d'une cinquième vitesse de coupe. Pour le choix des vitesses du moteur et de la broche il importe de connaître outre le diamètre à aléser et la vitesse de coupe optimum ci-dessus indiquée de l'outil, le rapport de la vitesse de la broche et de chacun des deux arbres A et B. Ces rapports caractéristiques sont indiqués à la fiche suiveuse de la machine,

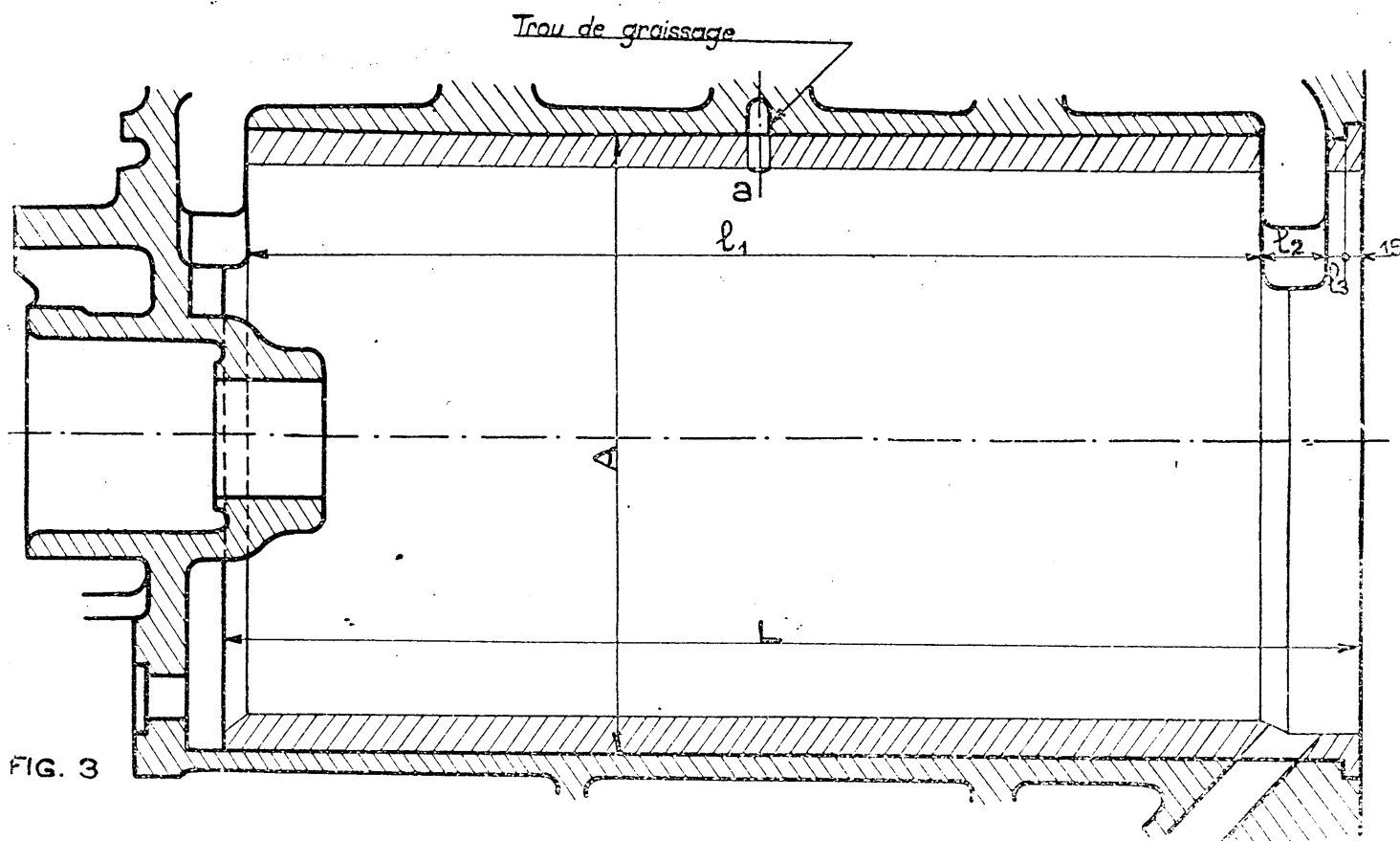


FIG. 3

3° Chemisage.

En vue de prolonger le maintien en service des cylindres qui, par suite de réalésages successifs, ont atteint la limite d'usure et qui sont encore en bon état dans toutes les autres parties : attaches, boîtes à vapeur etc., ces cylindres sont chemisés.

La pose des chemises est, en principe, une opération à la charge des grands ateliers ; cependant, en cas de nécessité, les dépôts peuvent procéder à cette application à titre exceptionnel, sur autorisation du Service Régional qui donne les directives nécessaires.

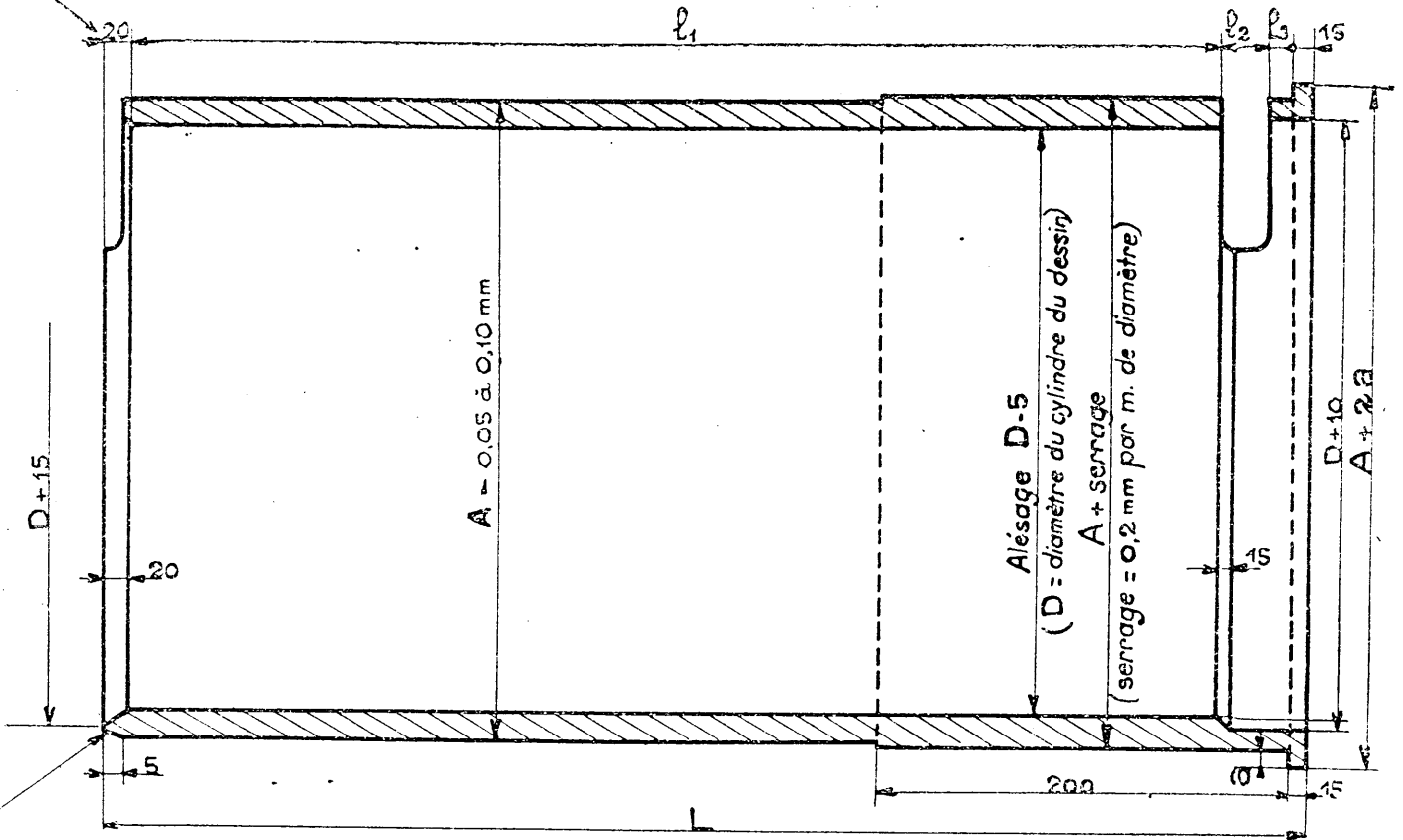
(1) D'autres types de machines ont une disposition symétrique des bouts d'arbres A et B ayant pour but leur utilisation indistincte pour un montage à droite ou à gauche.

a) Forme des chemises. (fig. 3)

Les chemises sont en fonte F.S. U.

Elles sont en une seule pièce et comportent un talon de butée à l'AV du cylindre.

Usiner d'après le type de machine



Entrée conique

*A = diamètre d'alésage du cylindre à chemiser
 $\geq 1\text{mm}5$ (longueur du talon)*

A	l_1	l_2	l_3	$\frac{L}{l_1+l_2+l_3+35}$

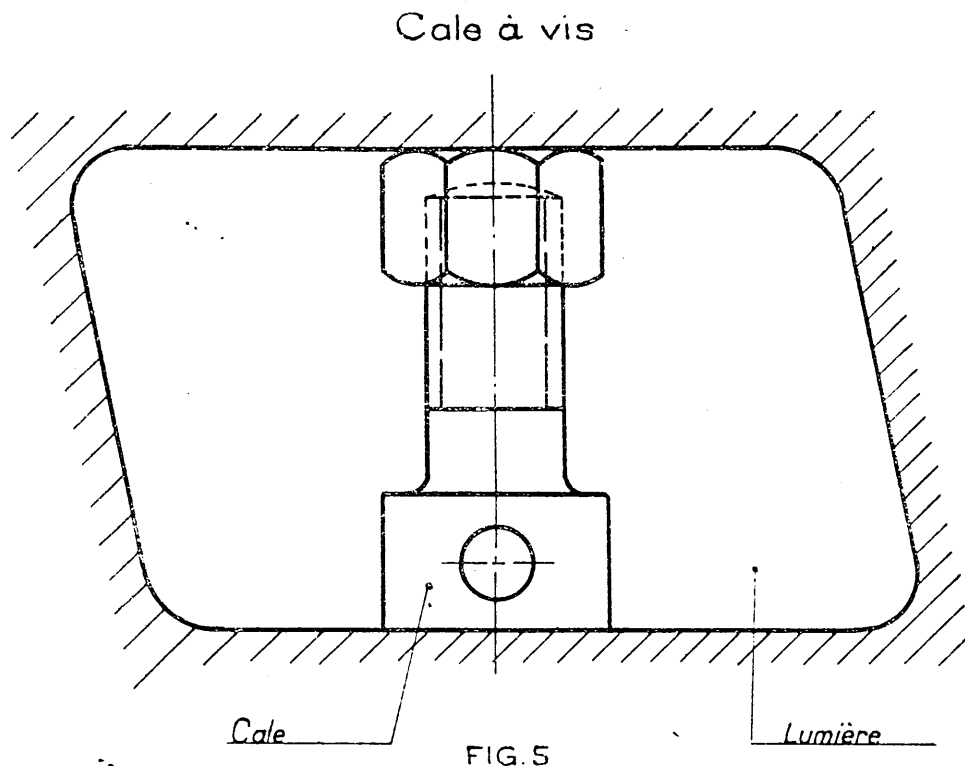
FIG. 4

L'extrémité AV de la chemise est affleurée à la face AV du cylindre ou légèrement en saillie par rapport à celle-ci, de manière que le joint du plateau s'appuie sur la chemise. La portée du talon de la chemise sur l'épaule du cylindre détermine avec précision

cet affleurement et immobilise la chemise. Cette portée, d'une largeur au moins égale à 1,5 mm., s'oppose aux fuites de vapeur par les lumières.

L'extrémité AR de la chemise est libre, pour permettre la dilatation (1).

Pour faciliter la mise en place, la chemise est emmanchée avec un serrage de 0,2 mm. par mètre de diamètre sur une longueur uniforme de 200 mm. à partir du talon de butée, un jeu diamétral de 0,5 à 0,10 mm. étant réservé sur le reste de la longueur de la chemise.



Une entrée conique de quelques millimètres de longueur est en outre prévue à l'extrémité AR.

b) Usinage préparatoire.

a) du cylindre.

Le logement de la chemise est alésé bien cylindrique et bien plané, la face d'appui du talon convenablement dressée.

On veillera au centrage de l'appareil à réaléser pour conserver l'axe d'origine du cylindre.

b) de la chemise

Quand le chemisage est exécuté par les dépôts, les chemises sont livrées ébauchées par les ateliers. Les chemises ébauchées sont approchées à 5 mm. des cotes des chemises finies sur les diamètres et les longueurs, lumières non fraisées.

(1) La gêne à la dilatation peut être la cause d'ovalisation et par suite d'usure irrégulière de la chemise.

Cylindres avec fond rapporte

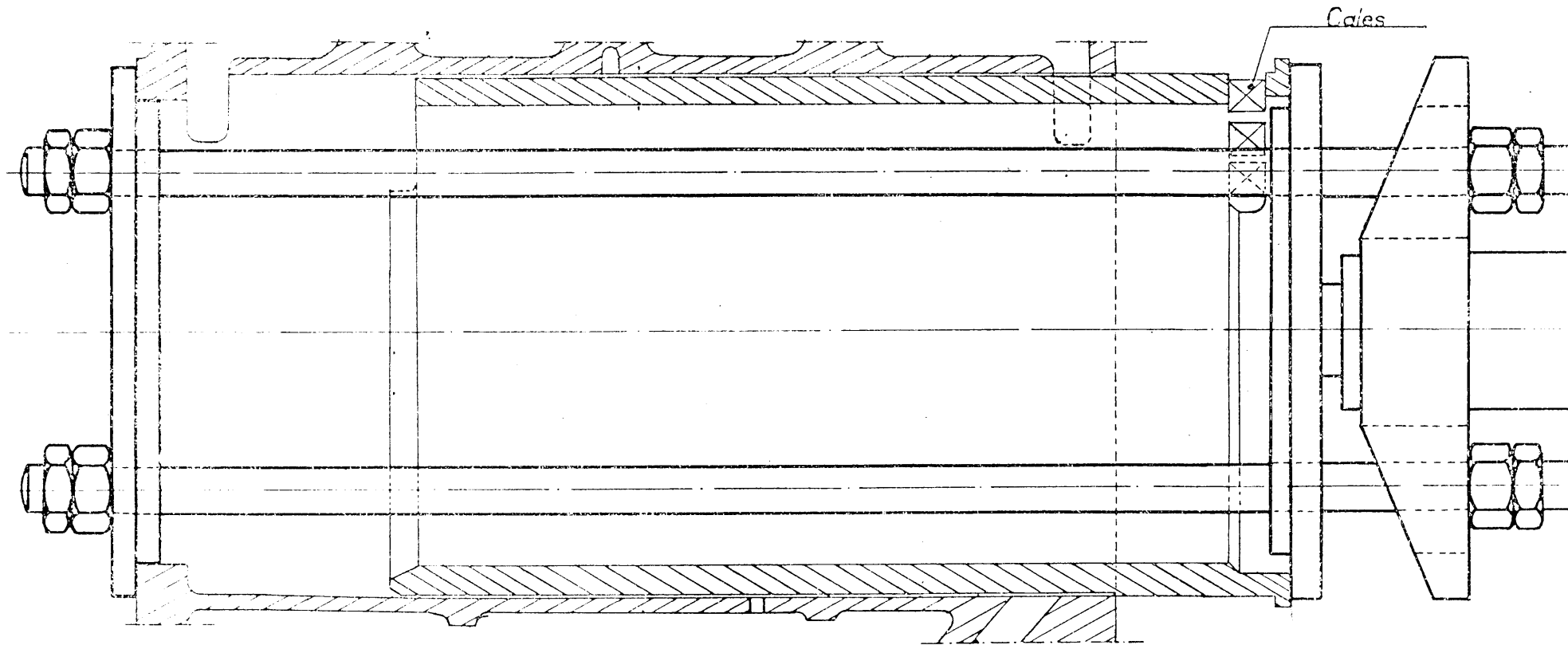


FIG. 7

L'usinage de la chemise est effectué conformément aux indications de la *figure 4*, l'extérieur d'après les cotes mesurées sur le cylindre, d'après l'alésage de ce dernier, l'intérieur d'après les cotes du dessin pour les $\phi < 450$ mm., à 0,3 mm pour les $\phi > 450$ mm.

Au cours de l'usinage, un trait est tracé sur la surface extérieure de la chemise pour servir de repère au moment de l'emmanchement.

c) Mise en place.

- Mettre en place dans les lumières un certain nombre de cales à vis ou à talon, afin d'éviter la rupture de la barrette au cours de l'emmanchement (voir *fig. 5 et 6*);
- enduire la chemise de suif mélangé à une petite quantité de blanc de zinc;

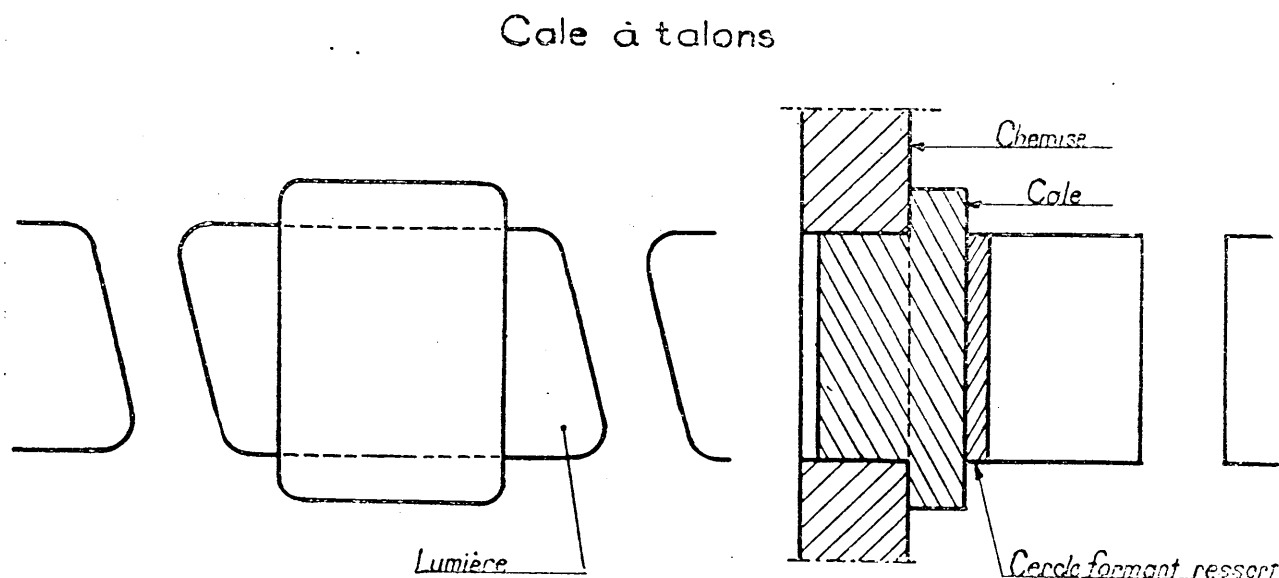


FIG. 6

— l'engager dans le cylindre où elle pénètre sans effort de toute la longueur usinée avec un jeu diamétral de 0,2 mm;

— orienter convenablement la chemise et tracer sur la face AV du cylindre un trait de repère en regard de celui de la chemise;

— mettre en place l'appareil de montage et procéder à l'emmanchement (sans chauffage préalable du cylindre) (1).

Au cours de cette opération, on s'assurera que les deux repères restent bien en concordance.

L'appareil de montage se compose de plateaux et de barres rondes filetées suivant la disposition de la *figure 7* (cylindre avec fond rapporté) ou celle de la *figure 8* (cylindre sans fond rapporté). On peut également utiliser une presse type « Kratos ». La poussée est obtenue par une presse hydraulique soutenue par un calage approprié ou par une presse à vis commandée par un cliquet avec clé de serrage et rallonge d'environ 1 mètre de longueur (*fig. 9*),

(1) L'emmanchement peut être effectué plus rapidement dans les ateliers et sans outillage spécial, en provoquant la contraction préalable des chemises par refroidissement à l'azote liquide.

Cylindres sans fond rapporté

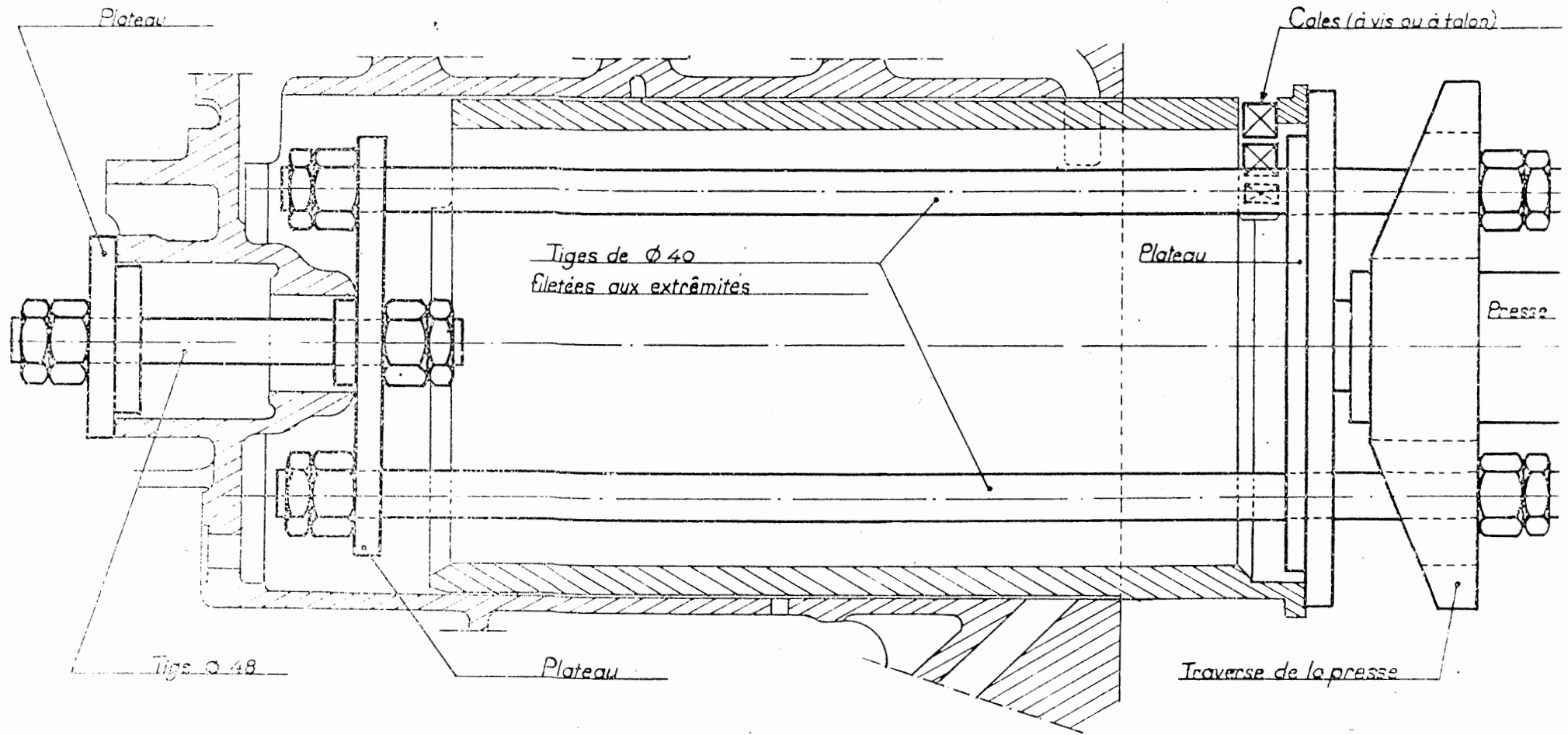


FIG. 8

d) Usinage final.

— Aléser le cylindre chemisé, au diamètre du dessin pour les $\varnothing > 450$ mm et retoucher, s'il y a lieu, l'extrémité de l'AV de la chemise pour qu'elle affleure la face du joint du cylindre ou soit légèrement en saillie sur elle;

— Percer, dans la chemise, les trous de graissage et de purge;

— Raccorder, le cas échéant, à la main, les orifices de passage de vapeur avec ceux du cylindre.

e) Limites d'usure et de réalésage des chemises.

Les cylindres chemisés pourront être réalésés jusqu'à ce que l'épaisseur de la chemise à l'AV soit réduite à 7 mm.

Toutefois, au cours des visites périodiques, les chemises qui ne sont pas à réalésage pourront être maintenues en service tant que leur épaisseur ne sera pas réduite à moins de 5 mm.

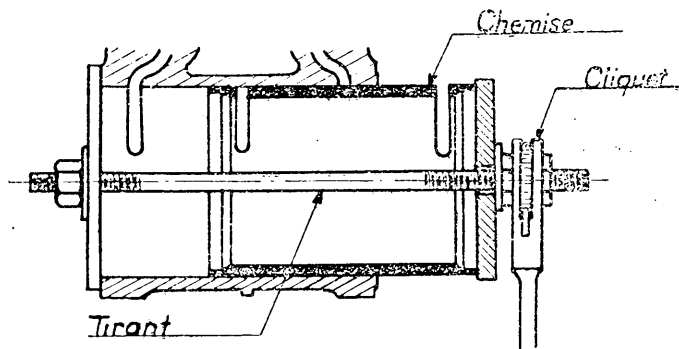


FIG. 9

Les diamètres limites de réalésage déterminés en conséquence, sont indiqués au tableau annexe I.

f) Retrait des chemises.

Pour déposer une chemise usée, on la saigne préalablement sur toute sa longueur. Cette opération est effectuée de préférence par coupage à l'arc électrique (1) procédé plus rapide que le coupage au burin pneumatique.

L'opération de coupage consiste à créer 2 saignées parallèles distantes de 6 à 8 cm. à la partie supérieure de la chemise. Il est recommandé d'arrêter les saignées à 2 ou 3 mm. de l'alésage du cylindre pour éviter l'attaque du cylindre, ou même simplement un phénomène de trempe qui pourrait compliquer un usinage ultérieur.

La languette se détache facilement au burin et la chemise est ensuite extraite, sans difficultés, au moyen d'une pince.

Les chemises des cylindres à fond rapporté peuvent être saignées au chalumeau oxy-acétylénique à leur partie inférieure.

En principe, on ne réalésage pas le cylindre avant pose d'une nouvelle chemise, sauf cependant si l'alésage présente des déformations sortant des tolérances déjà définies et telles que l'étanchéité ne soit pas assurée (conicité ou ovalisation $> 0,5$ mm.).

4° Réparation des fissures et cassures des cylindres en fonte.

Les réparations utilisent, soit, rarement, des procédés mécaniques anciens, soit la soudure. La soudure autogène oxy-acétylénique n'est plus employée (2) et a été remplacée

(1) On peut utiliser, pour le découpage, à défaut d'électrodes spéciales, des électrodes d'emploi courant à enroulage épais.

(2) Par ce procédé, il fallait nécessairement préchauffer au four toute la pièce (au rouge sombre) pour éviter les criques et cassures au retrait et faciliter l'agrégation du métal d'apport et, pour cela, démonter le cylindre, le laisser refroidir très lentement après soudure, puis réalésage après montage pour faire disparaître les déformations occasionnées par les opérations de chauffage et de soudure. Le métal d'apport employé était constitué par de la fonte très silicée.

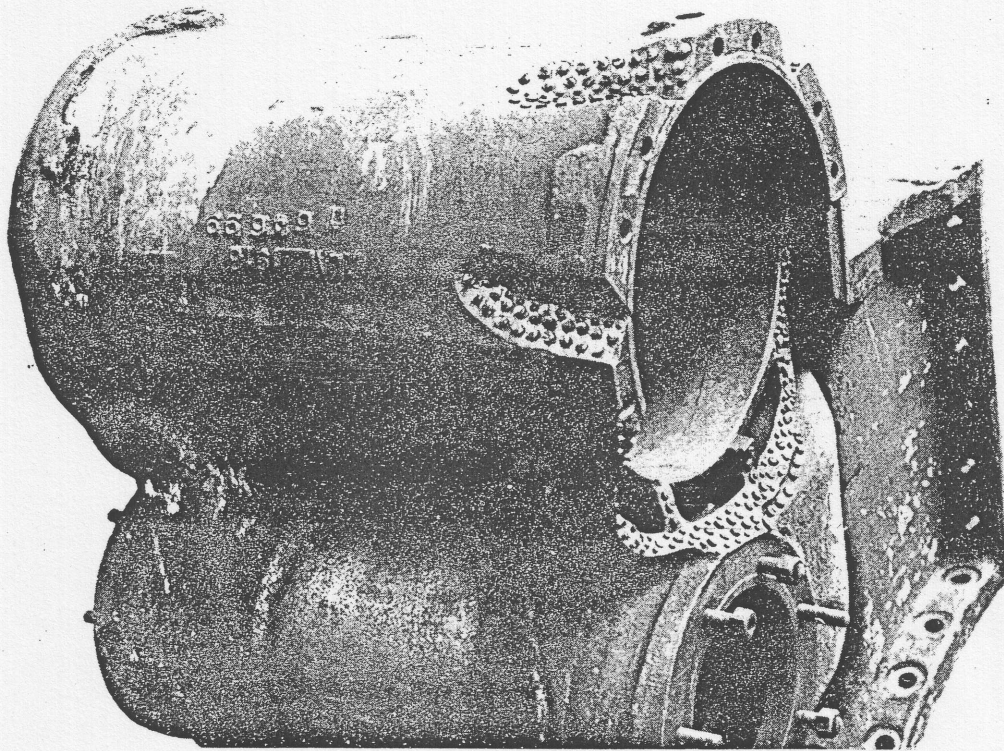


Fig. 14

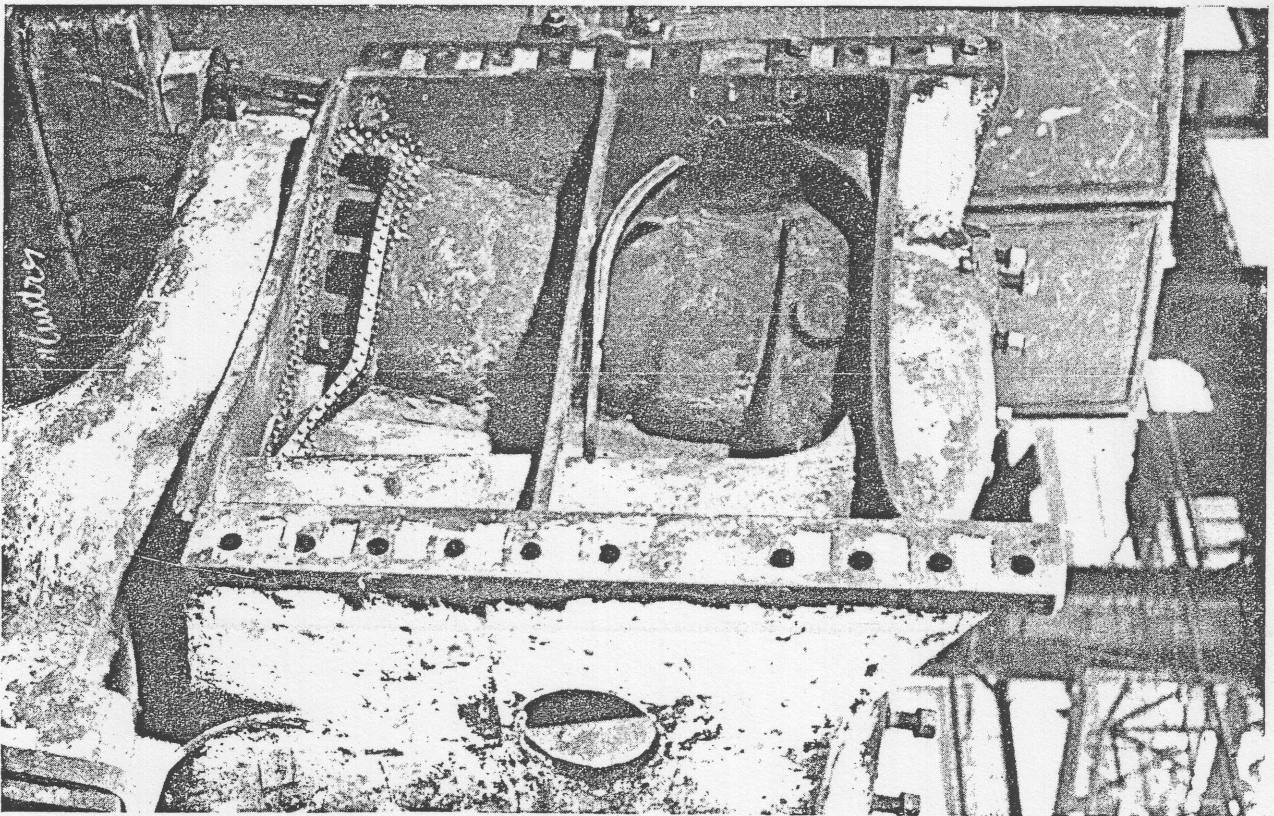


Fig. 16

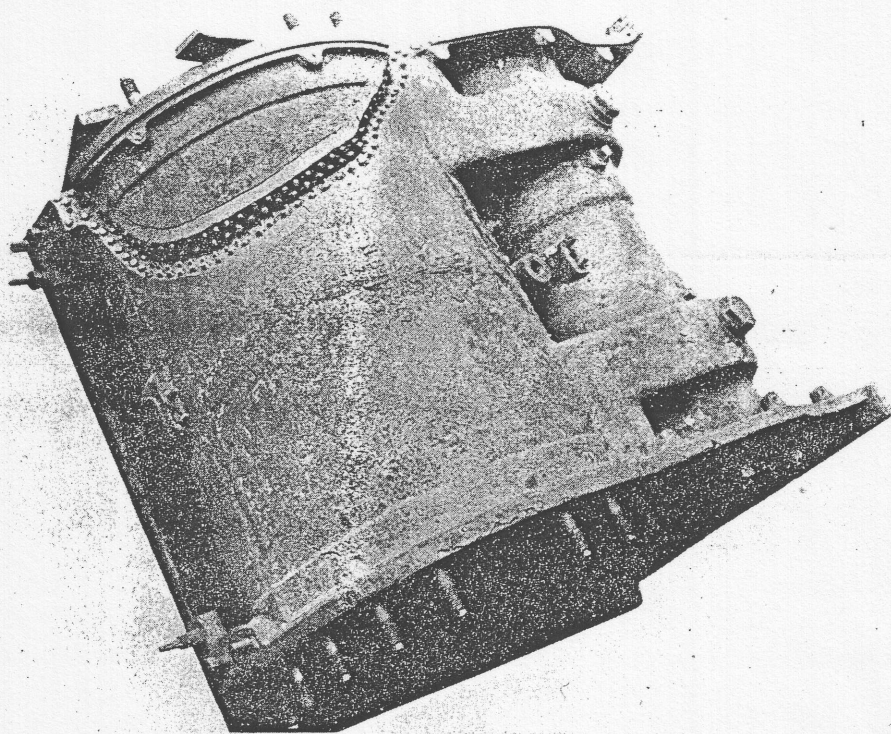


Fig. 15 A

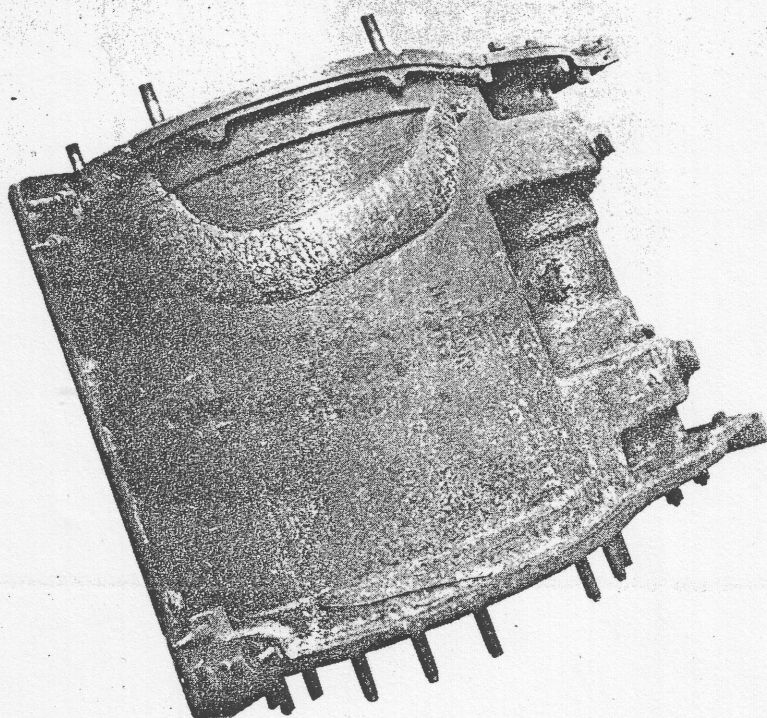


Fig. 15 B

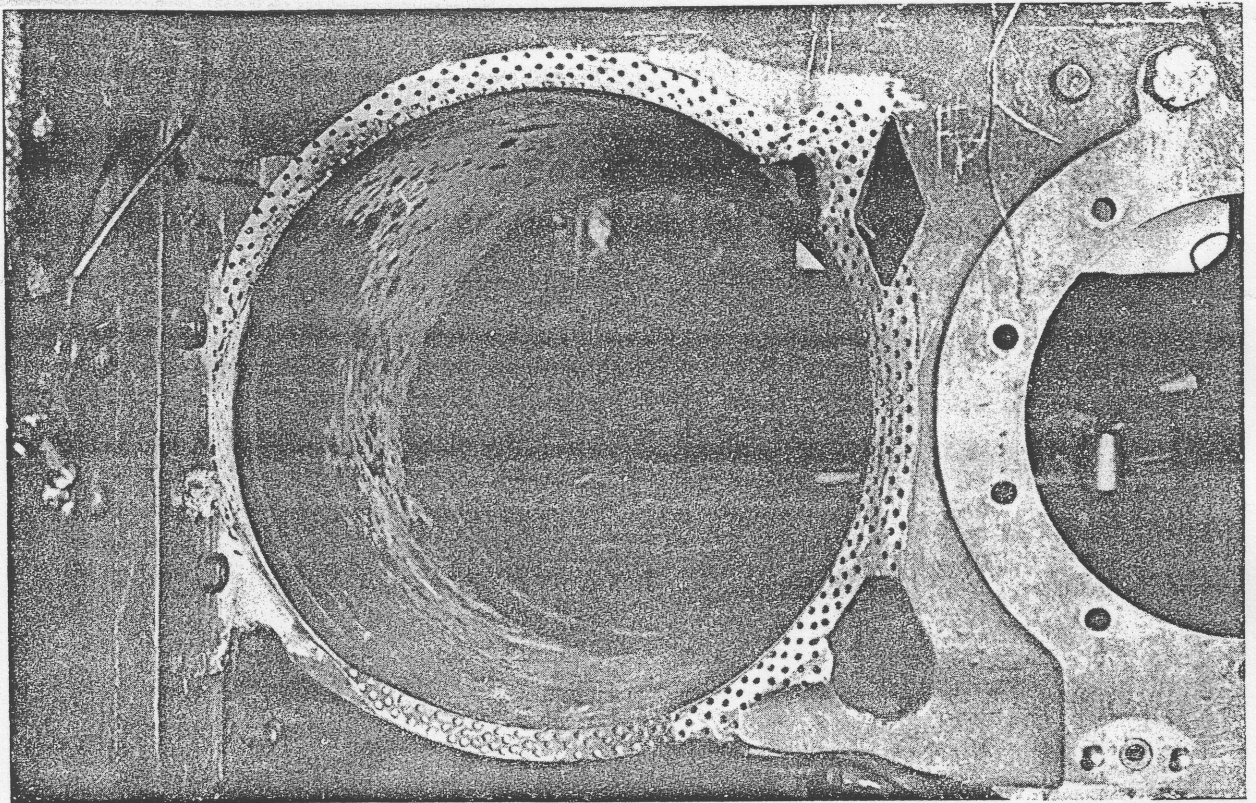


Fig. 17 A

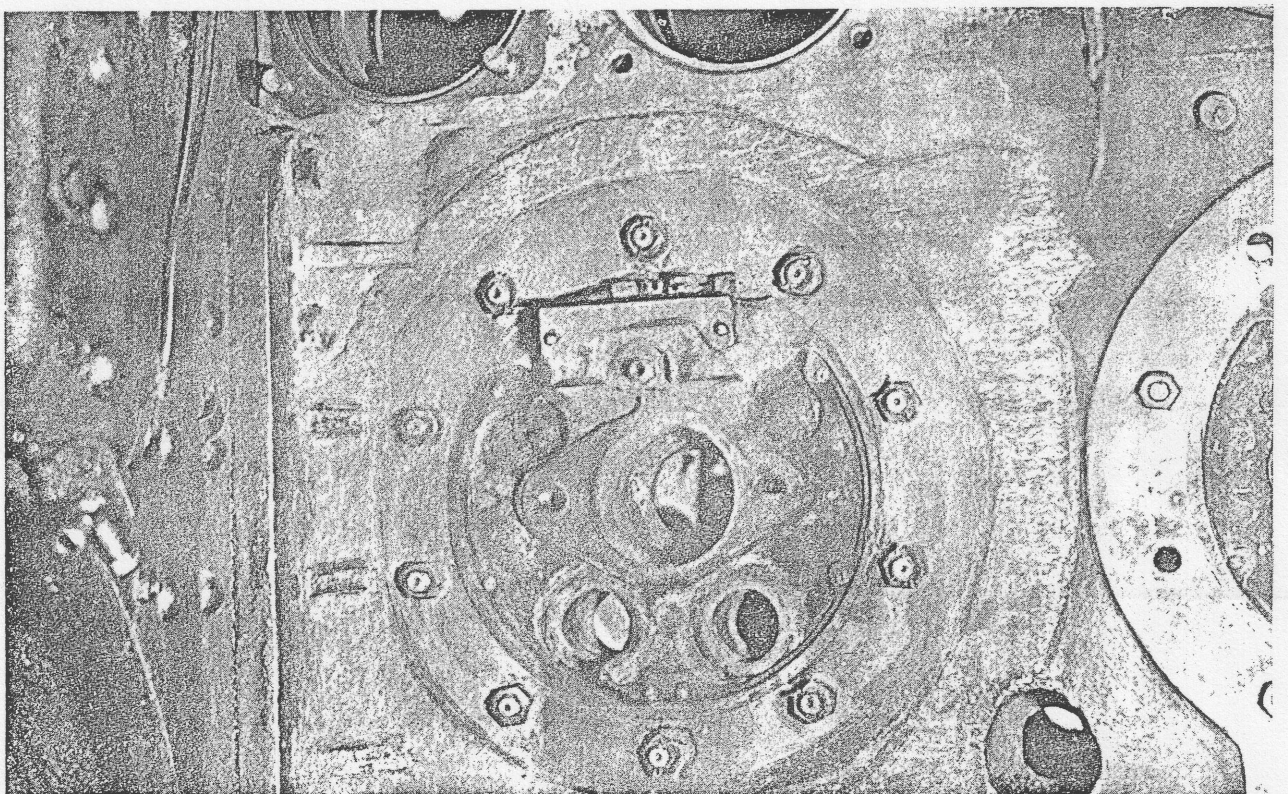


Fig. 17 B

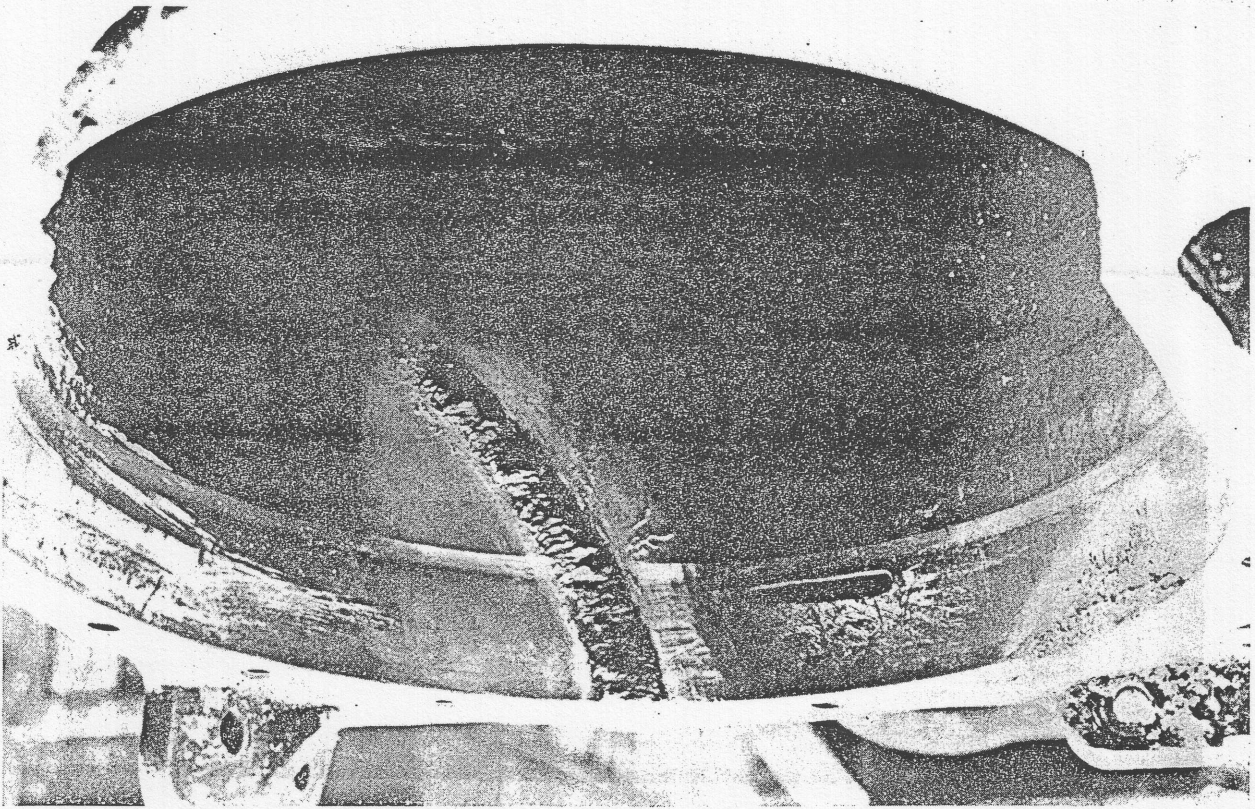


Fig. 19 bis A

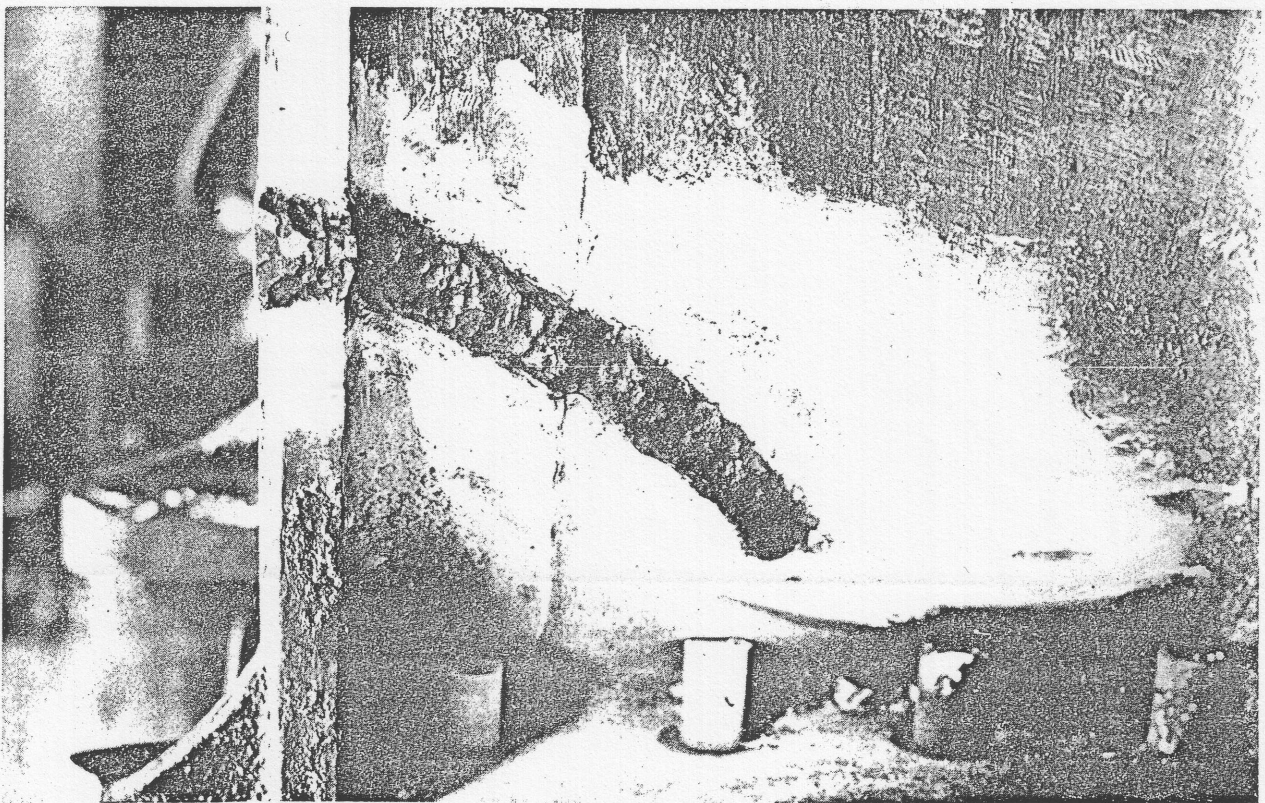


Fig. 19 bis B

soit par la soudure électrique, soit, le plus généralement, par la soudo-brasure oxy-acétylénique.

a) Procédés mécaniques anciens.

Lorsqu'une fissure est de faible longueur on peut boucher la fuite, soit par une chaînette de goujons en cuivre (*fig. 10*), soit en appliquant à froid une contre-plaque en acier, cuivre ou bronze qui couvre et au-delà la partie avariée, en épouse exactement les formes et est maintenue par des vis assez rapprochées pour réaliser une couture étanche (*fig. 11*), soit par un frettage à chaud qui en se refroidissant rapproche les lèvres de la cassure (*fig. 12 et 13*).

Pour l'application de la frette de la *figure 12*, cette pièce est usinée, les axes des deux queues d'hironde à quelques mm. de moins que le gabarit relevé sur le cylindre, chauffée au rouge (sauf les queues d'hironde), engagée dans son logement et refroidie rapidement pour éviter qu'il ne se produise un étirage du métal. On pose ensuite un

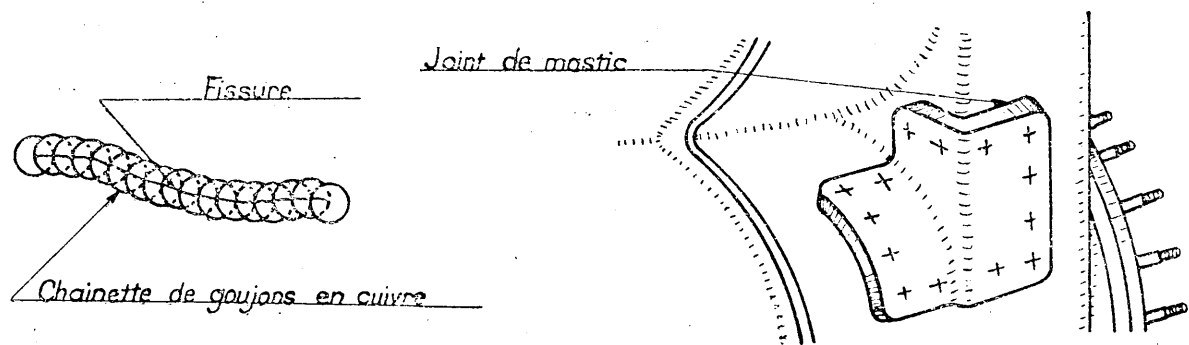


FIG. 10

FIG. 11

goujon à chaque extrémité pour compléter l'étanchéité et éviter le développement de la fissure.

Pour obturer la fissure transversale (*fig. 13*) on arrête d'abord la fissure à ses deux extrémités, on forge plusieurs plate-bandes de tôle de 10 mm. d'épaisseur et larges de 40 à 50 mm., on les perce de trous dont l'écartement est inférieur de quelques millimètres à celui des goujons de fixation vissés dans le cylindre, on chauffe au rouge clair le milieu des bandes, on les applique simultanément sur le cylindre en les enfilant dans les goujons sur lesquels on serre des écrous, on refroidit rapidement par arrosage de la partie chauffée.

Les porosités et soufflures peuvent se remplir avec un alliage blanc ou un mastic de fonte ou de la soudo-brasure.

Signalons encore l'obturation des fentes inaccessibles des parois internes de conduits de vapeur contiguës à un vide correspondant à un noyau de fonderie par le remplissage de cette dernière chambre au moyen d'une coulée de béton.

b) Soudure électrique à l'arc (1).

Cette réparation s'exécute à froid, par conséquent sans démontage et sans occasionner de déformations, mais il faut chanfreiner et goujonner les cassures, opération d'autant plus longue qu'elles ne sont pas toujours accessibles. En outre, la ligne de joint acier

(1) La soudure à l'arc est toujours employée pour la réparation des cylindres en acier. On emploie des électrodes catégorie J (R = 11 kg/mm²).

fonte étant très dure du fait du refroidissement rapide de cette zone, on doit toujours maintenir aussi étroite que possible la partie inférieure du V et orienter le chanfrein vers l'extérieur de l'alésage (fig. 14 et 15 A). Dans de nombreux cas, la position de la cassure entraîne l'ouverture du chanfrein dans un sens tel que l'exécution de la soudure sur un cylindre non démonté représente une acrobatie. Il est utilisé des électrodes en acier doux et plus spécialement pour les passes à fond de chanfrein des parties devant être usinées, des électrodes en métal Monel (1).

La figure 15 A montre la réparation d'une cassure au droit de la face d'application, la pièce à rapporter étant fixée provisoirement en position de soudure. La figure 15 B donne l'aspect de la soudure exécutée.

La figure 16 montre la préparation de soudure d'une cassure dans la paroi du cylindre distributeur.

Lorsque les parties cassées des cylindres en fonte sont perdues ou inutilisables, on les remplace par des pièces en acier ébauchées par oxy-coupage et ajustées en place. La figure 17 A montre la préparation d'une soudure sur façade arrière d'un cylindre BP de

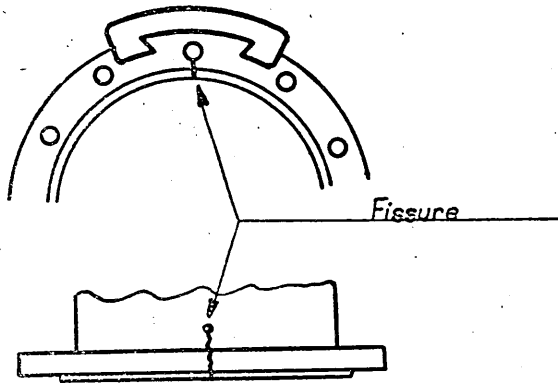


FIG. 12

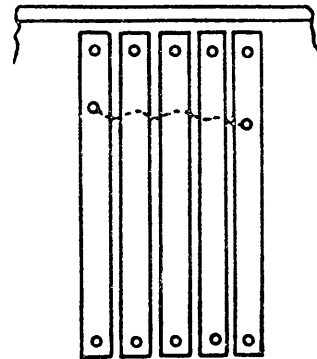


FIG. 13

231-500, d'un fond rapporté avec couronne forgée en acier; l'entaille entre le cylindre et le fond du côté de la paroi faisant face au longeron doit être accessible au soudeur.

La figure 17 B montre la réparation terminée.

On observe quelquefois des suintements à l'épreuve hydraulique (le métal rapporté n'ayant pas un grain aussi serré que celui des pièces fondues), mais à chaud l'étanchéité est généralement bonne.

c) Soudo-brasure oxy-acétylénique (2).

La soudo-brasure offre les avantages suivants : la réparation peut se faire le plus généralement à froid dans toutes les positions et sans démontage (3); le chanfreinage au burin est nécessaire, mais il n'y a pas à goujonner; le réalésage est très facile, car le laiton de brasure est très usinable et la fonte n'est pas dénaturée; l'étanchéité est garantie par les qualités du métal d'apport employé; enfin, au frottement, le laiton de soudo-brasure se comporte aussi bien que la fonte. On peut donc indifféremment ouvrir le chanfrein sur l'alésage ou de l'extérieur.

(1) Sans goujonnage, il faudrait utiliser des électrodes de fonte ou des électrodes spéciales de compositions diverses, dont la plus classique est le métal Monel.

(2) Voir en annexe à ce chapitre quelques renseignements complémentaires sur la technique de la soudo-brasure.

(3) Le métal rapporté ayant un faible retrait et un allongement important, ne donne pas lieu à fissuration et reste toujours usinable après refroidissement rapide.

Cassures longitudinales.

La figure 18 représente un cylindre avec une cassure longitudinale, en D, le parcourant sur toute sa longueur. Comme cette cassure était à la partie inférieure, le chanfrein a été ouvert du côté de l'alésage, de telle manière que la plus grande partie de la réparation se fasse « à plat ». Il est bon, dans un tel cas, d'exécuter une reprise à l'envers sur la surface extérieure simplement blanchie; cette reprise se fait simultanément par un deuxième opérateur. La réparation est commencée en partant d'un point situé soit au milieu, soit aux deux tiers de la longueur du cylindre, pour se diriger vers l'une des extrémités. Si la cassure occupe une autre position et se trouve par exemple à mi-hauteur, on chanfreine en X, de manière à économiser le métal à rapporter et la réparation est faite simultanément par deux ouvriers placés l'un du côté de l'alésage, l'autre à l'extérieur.

Si la cassure longitudinale n'occupe pas toute la longueur du cylindre, il faut prendre la précaution d'arrêter la cassure en forant un trou cylindrique de 6 à 8 mm., dont les bords seront chanfreinés ensuite en même temps que la cassure. Dans ce cas, il est en outre à conseiller (*fig. 19, réparation A*), de chauffer, avant de commencer la brasure, la portion de génératrice non cassée, sans quoi on risque de provoquer, au commencement du travail, la continuation de la cassure sur toute la longueur de la pièce.

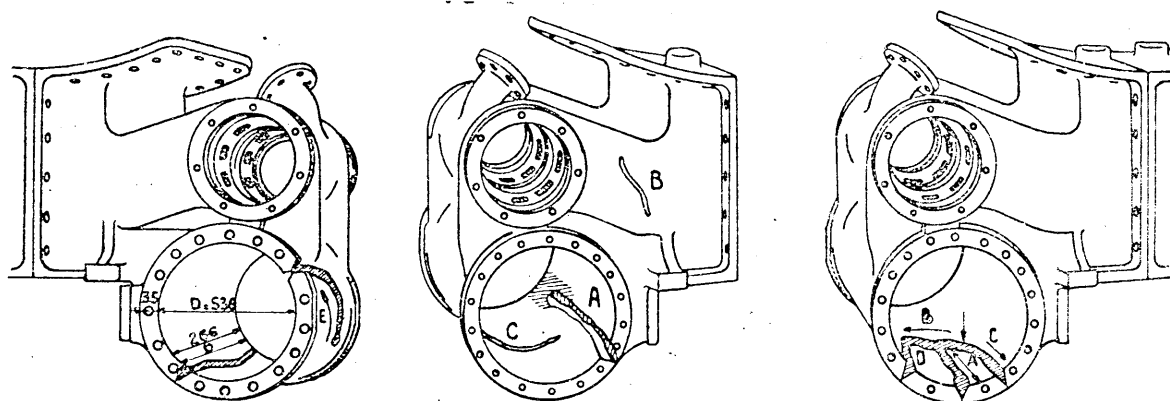


FIG. 18

FIG. 19

FIG. 20

Les figures 19 bis A et B montrent l'aspect d'une fissure du type A réparée par soudo-brasure, vues intérieure et extérieure.

— *Cassures obliques (fig. 18 en E).*

Il faut, comme dans le cas précédent, arrêter la cassure à son extrémité par un forage de 6 à 8 mm. de diamètre, chanfreiner le tout et réparer en partant de la naissance de la cassure, pour se diriger vers l'extérieur. Suivant les cas, on chanfreine en X ou en V, soit de l'intérieur, soit de l'extérieur.

— *Cassures transversales (fig. 19 en C).*

La réparation peut ne pas être possible sans préchauffage. Pour juger de cette possibilité, il faut apprécier à la fois la longueur de la cassure et l'inertie de la masse placée entre la cassure et la pièce. Après réparation, cette portion de métal doit fléchir légèrement (de quelques dixièmes de millimètres seulement) pour permettre le retrait; elle se comporte donc comme une poutre fléchie encadrée aux deux extrémités et dont la flèche augmente avec la portée qui est la longueur de la cassure et diminue avec le moment d'inertie. En général, le calcul des déformations à prévoir n'est guère possible. Tout au plus peut-on apprécier au jugé si la réparation peut être effectuée à froid. Ordinairement, il faut aux réparateurs un peu d'expérience pour décider si une telle cassure nécessite ou non un chauffage préalable; dans ce dernier cas, le chauffage se fait au feu de charbon de bois, en portant tout le cylindre vers 400 à 500°; la pièce est alors assez malléable pour que la soudo-brasure ne provoque aucune tension importante. A noter que le chalumeau à employer pour réparer de telles pièces portées au rouge naissant devient de très faible puissance (200 ou 300 litres au maximum).

— *Cassures en paroi plane.*

La réparation d'une cassure telle qu'en B (*fig. 19*) n'est pas possible à froid. Il faut toujours et obligatoirement un chauffage préalable, non pas simplement au chalumeau, mais au charbon de bois. Dès lors, la réparation par soudo-brasure n'offre plus le même intérêt.

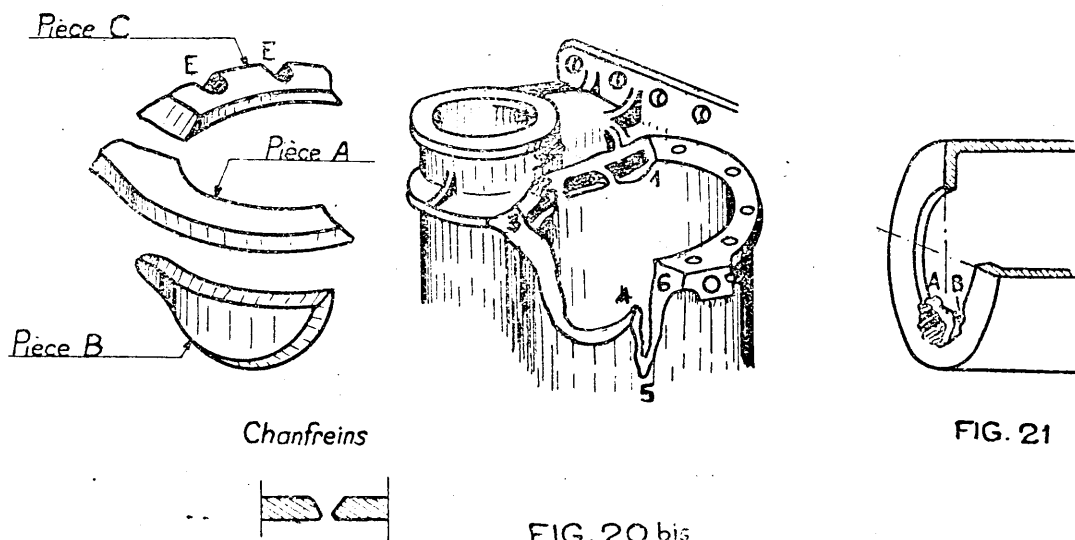
--- *Cassures multiples.*

La *figure 20* représente un cylindre cassé de telle manière qu'un morceau de la bride et de l'alésage se trouve détaché et est lui-même brisé. Le soudo-brasage A des deux parties détachées se fait d'abord sur la table de soudure. Le morceau une fois refroidi est mis en place et l'assemblage sur le cylindre se fait en commençant par la portion transversale C; à ce moment, la pièce est encore libre, peut se déformer et il n'y a aucune rupture à craindre.

Ceci exécuté, on laisse le cylindre se refroidir complètement puis on entreprend la réparation en B, dans le sens de la flèche. Le cylindre étant à nouveau froid, on effectue alors la dernière portion en D, qui est une simple réparation de cassure longitudinale et qui s'exécute sans difficulté.

La *figure 20 bis* représente une réparation analogue. Les pièces A et B en acier sont assemblées au préalable par soudure à l'arc puis maintenues avec la pièce C sur le cylindre à l'aide d'une couronne sur laquelle elle sont fixées par vis. On soude dans l'ordre suivant : (1) monter les cloisons, assembler en (2) et (3) jusqu'en (4), reprendre en (5) pour terminer en (6). Les deux entailles E sur la pièce C permettent l'accès aux cloisons des ouvertures d'admission en cours de soudure.

S'il s'agit de remplacer un morceau de bride arraché, le métal manquant doit être remonté entièrement par soudo-brasure (*fig. 21*). On remonte la plus grande partie en A, en laissant cependant



une petite portion, en B, en forme de V. On laisse le cylindre se refroidir, puis on bouche le chanfrein B; la quantité de métal apporté pendant cette dernière opération est peu volumineuse, son retrait est faible et il n'y a pas de rupture à craindre au refroidissement.

--- *Conduits d'admission.*

La *figure 22* représente la réparation d'une fissure au conduit d'admission en un endroit inaccessible directement. Il eut fallu ouvrir ce conduit pour exécuter la réparation; d'autre part, la soudo-brasure directe sur le fond de ce conduit eut entraîné une nouvelle cassure, la pièce étant trop étroitement bridée. La réparation fut ainsi conduite : le conduit fut totalement enlevé et remplacé par un conduit formé de trois pièces en acier dont 2 (b) et (c) en forme de collier ont été d'abord soudo-brasées sur le cylindre; elles furent ensuite réunies entre elles, sur un arc, en (d); un troisième morceau (e), en forme de fer à cheval, préparé seulement après exécution des soudures ci-dessus vint compléter le conduit de vapeur et fut soudé à l'arc aux deux premières pièces.

Les cas qui viennent d'être décrits sont des exemples typiques de réparation par soudo-brasure s'appliquant non seulement aux cylindres de locomotives, mais à une foule de pièces en fonte analogues. Pour conduire ces travaux avec succès, il ne faut rien négliger de la préparation, qui est le point fondamental de toute réparation par soudo-brasure. Il ne faut pas craindre d'ouvrir le chanfrein jusqu'à la base. En cours de travail, éviter de chauffer inutilement la pièce, en ralentissant ou interrompant si besoin le travail; puis, au refroidissement, qu'il y ait eu préchauffage ou non, garantir des coups d'air la

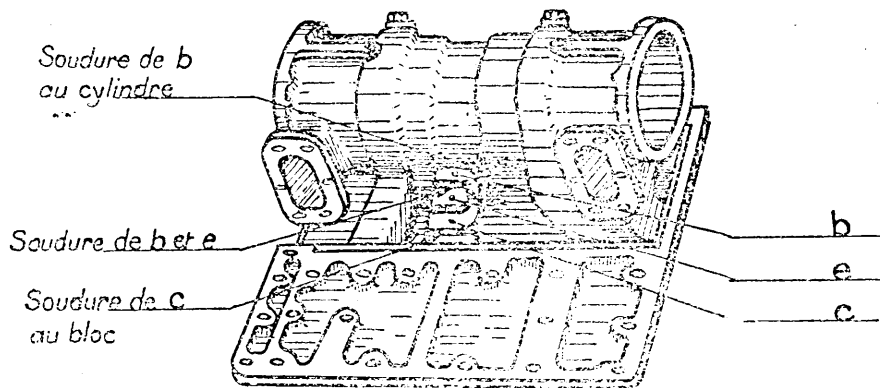
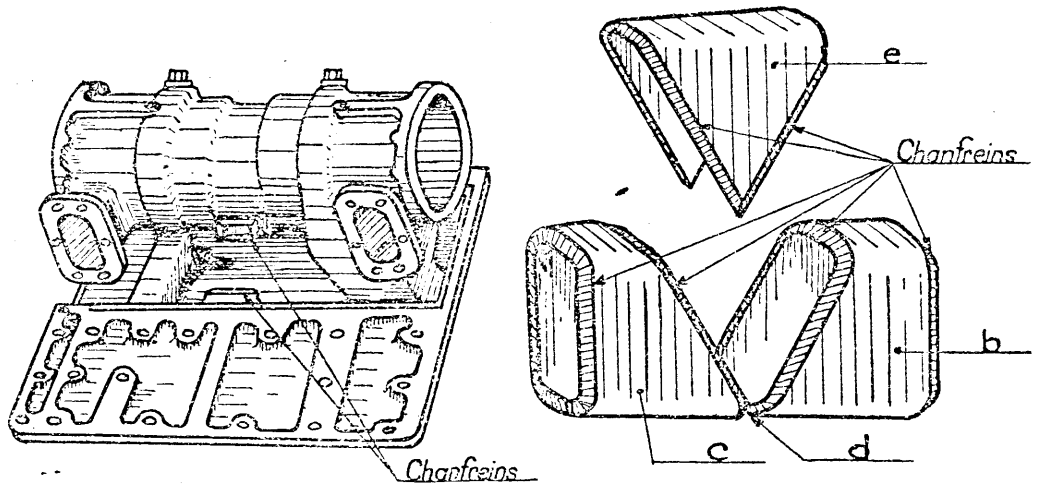
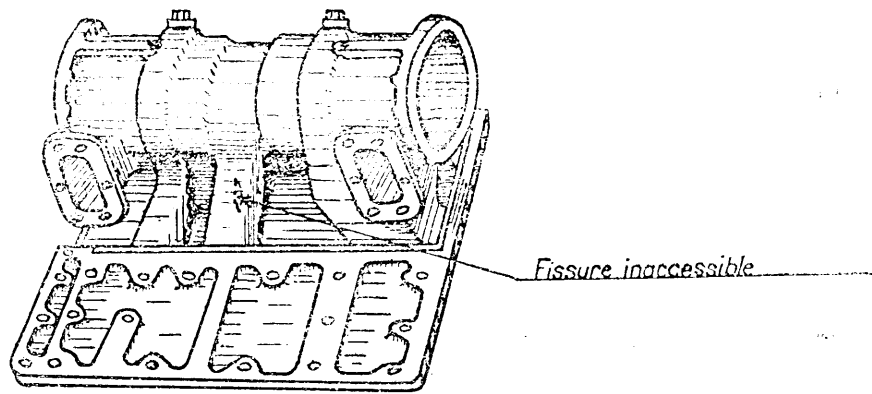


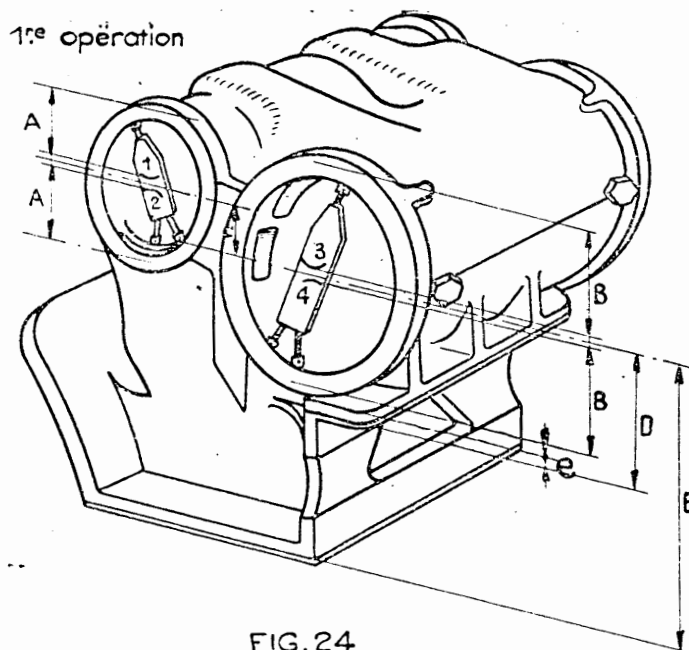
FIG. 22

pièce encore chaude, en la calfeutrant avec de vieilles toiles d'amiante ou en la garnissant de tôles; marteler légèrement le métal d'apport de temps en temps pour l'allonger et éviter fapures et cassures, etc..., comme dans le cas de la soudure autogène, mais avec moins de précautions cependant.

5° Traçage d'un cylindre.

Première opération.

Le cylindre, brut de fonderie, repose sur le marbre par l'intermédiaire de trois petits



vérins à vis qui permettent de modifier légèrement sa position lors du réglage. Le cylindre est d'abord placé dans la position de la *figure 24*.

Le cylindre est nivelé approximativement au trusquin en se basant sur le patin et les extérieurs de cylindre et de boîte à vapeur.

On relève au trusquin les extérieurs de boîte à vapeur et de cylindre et on les reporte sur les faces avant et arrière. A partir de ces traits, on porte sur les simpleaux les cotes normales A et B indiquées sur le plan. A cause des surépaisseurs prévues, on obtient généralement 2 traits : 1,2 et 3,4. Placer les axes entre 1,2 et 3,4 de manière à respecter la cote C. En portant E et D, s'assurer que les patins auront une épaisseur suffisante.

Deuxième opération.

Le cylindre est placé dans sa position de montage (*fig. 25*). On le nivelle longitudinalement d'après les extérieurs de boîte à vapeur et de cylindre. Procéder au trusquin, comme l'indique la figure. On le règle enfin transversalement, de telle sorte que les traits tracés lors de la première opération soient verticaux. Comme pour la première opération,

on reporte les extérieurs de boîte à vapeur et de cylindres sur les faces et on place les axes entre 5,6 et 7,8 en respectant la cote H entre les axes.

En portant les cotes F et G s'assurer que les épaisseurs de patins sont suffisantes.

Tracer alors les circonférences d'alésage à la cote du plan ainsi que les circonférences témoins qui serviront au réglage des outils.

Par le centre de la boîte à vapeur, faire passer un trait *xy* incliné à 30° sur l'horizontale, qui servira de base pour l'usinage de la face de la tubulure d'admission.

Troisième opération (fig. 26).

Le cylindre est placé debout sur le marbre. On le règle en plaçant, perpendiculairement au marbre, les traits tracés à l'extérieur des parties cylindriques pendant les opé-

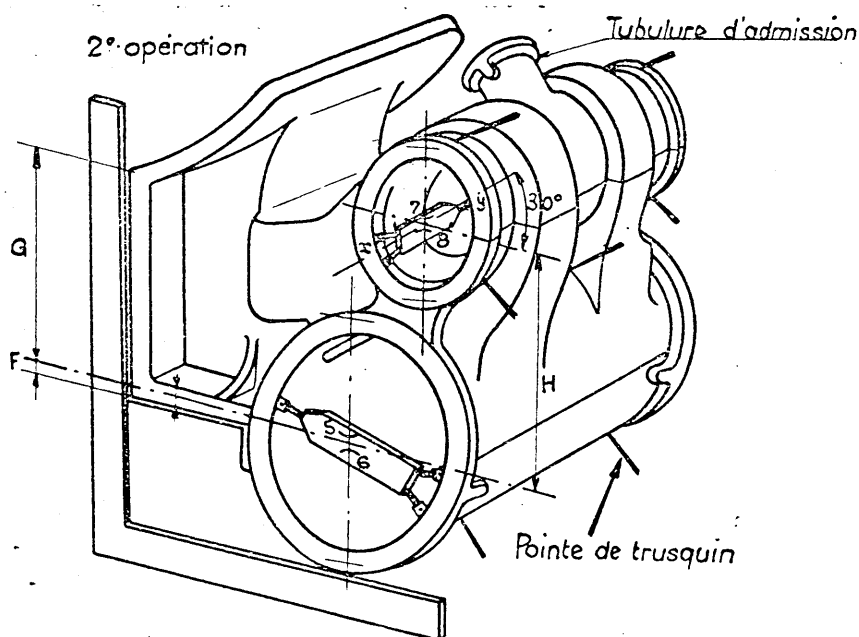


FIG. 25.

rations précédentes. On relève les arêtes intérieures des lumières d'admission sur une équerre à marbre. On partage également la distance entre les arêtes de manière à déterminer le plan médian du cylindre. On trace la position de ce plan sur la périphérie. Les traits d'usinage des faces avant et arrière seront tracés en portant de part et d'autre de l'axe la moitié de la distance d'entre faces du cylindre.

On trace enfin les différents bossages (bouchons de regard, bossage recevant la soupape de rentrée d'air sur la tubulure d'admission, etc.)

Usinage.

Au point de vue de la précision de l'exécution — parallélisme des axes et rectitude de l'alésage — comme au point de vue de l'économie de prix de revient, la disposition la plus convenable est celle de l'aléseuse multiple à deux ou quatre arbres porte-outil permettant d'alésier simultanément : la première, un cylindre et sa boîte à vapeur, la seconde, 2 cylindres et 2 boîtes à vapeur (cas de cylindres jumelés). Les cylindres jumelés à alésier sur une machine à deux arbres sont fixés sur un chariot transversal qui permet de

les déplacer parallèlement à eux-mêmes, d'une quantité égale à la distance de leurs centres. Les colonnes portant la tête et la lunette de l'arbre secondaire affecté à l'alésage des boîtes à distributeurs sont mobiles, horizontalement, sur deux coulisses du banc. La tête et la lunette sont elles-mêmes mobiles verticalement sur les colonnes, de sorte que l'arbre secondaire peut occuper toutes les positions parallèles à l'arbre principal.

L'usinage comprend, en plus de l'alésage du cylindre proprement dit et du logement des fonds, le dressage de leur portée et le fraisage des patins.

Les opérations de fraisage se font en réglant l'outil d'après le tracé.

L'usinage du berceau de chaudière se fait à l'aide de fraises de forme; on vérifie le travail au calibre. Quand c'est possible, le berceau de chaudière est raboté.

L'opération de mise en place a été exposée tome VI chapitre I.

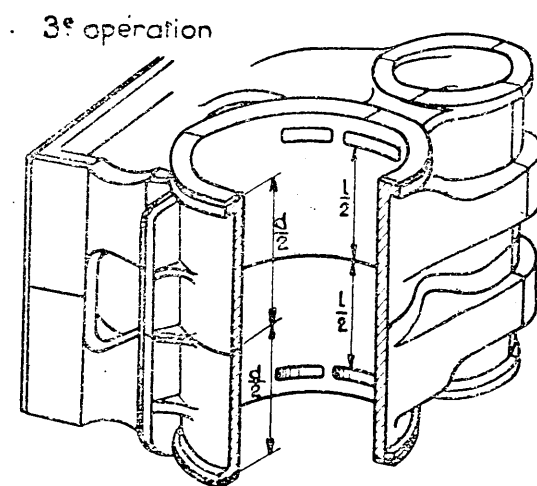


FIG. 26

6^o Plateaux et fonds de cylindre.

Le fond AR est ajusté neuf à frottement dur sur le cylindre. En service, le jeu doit rester inférieur à 0,4 mm.

Pour le plateau AV, on peut tolérer en service un jeu maximum de :

0,02 à 0,15 mm.	pour les plateaux neufs avec contre-tige.
< 0,5 mm.	— sans —
< 0,4 mm.	pour les plateaux en service avec contre-tige.
< 1 mm.	— sans —

a) Réparations.

Quand la chambre AV d'un cylindre est réalésée, l'emboîtement du plateau AV doit être mis au même diamètre, soit par frettage, soit par rechargement (*fig. 27 et 28*). Dans ce dernier cas (1), il suffit de réaliser 4 talons de 40 mm. de longueur sur toute la lar-

(1) Ce cas est en principe celui des cylindres à pistons sans contre-tige, le plateau n'ayant pas à supporter le piston. Néanmoins la frette reste préférable dans les deux cas car elle concourt à l'étanchéité en soustrayant le joint à l'action directe de la vapeur.

geur de l'emboîtement. Le rechargement est effectué par soudure électrique sur les plateaux en acier moulé et par soudo-brasure (alliage SBO) sur les plateaux en fonte. La portée de joint du plateau est à rafraîchir si le chargement a provoqué des déformations.

Ces opérations ne sont pas à effectuer, en principe, sur les plateaux AR, les entrées AR des cylindres n'ayant pas à être réalisées. Si cependant elles devaient l'être dans des cas exceptionnels on devrait :

- Fretter les plateaux AR en fonte,
- Fretter ou recharger au métal ferreux sur toute leur périphérie les plateaux AR en acier.

Les plateaux sont toujours réformés par suite d'avaries et non d'usure ; ils doivent être

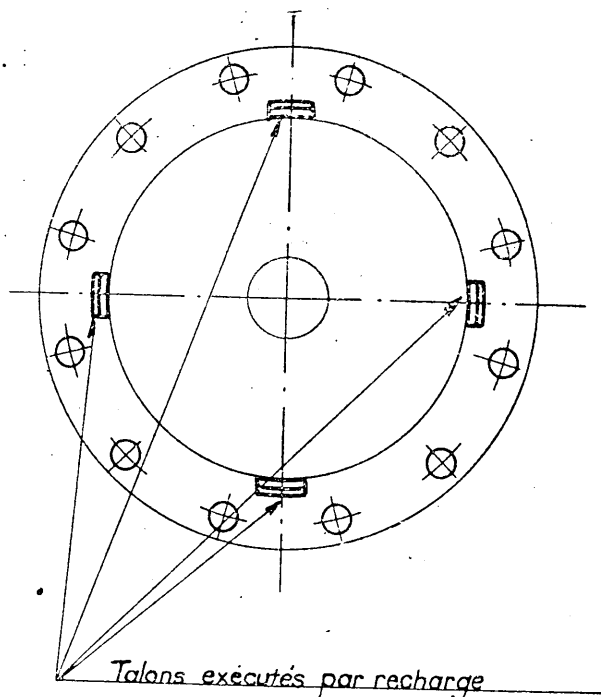


FIG. 27

examinés en vue de la découverte des fissures qui se produisent dans les nervures, au raccordement des pattes d'attache, des glissières ou encore dans ces attaches suivant l'axe des boulons.

b) Joints.

Les plateaux de cylindres sont montés avec interposition d'un joint en cuivre rouge recuit ou sans joint.

Les portées des plateaux montés sans joint sont rodées.

Le rodage est fait :

- directement sur le cylindre, si le plateau est fixé par un cercle de serrage (il est possible, dans ce cas, de faire tourner le plateau sans démonter les goujons).

— en utilisant un anneau en fonte de dimensions convenables, dans le cas contraire.

Les joints peuvent être en feuille ou en fil (rond ou profilé). Ils sont de faible épaisseur pour ne pas augmenter outre mesure les espaces morts.

Les plateaux AR, qui forment supports de glissières, sont montés sans joint ou avec un joint plat.

Le joint en fil est encastré dans une gorge usinée sur le plateau. Cette précaution n'est

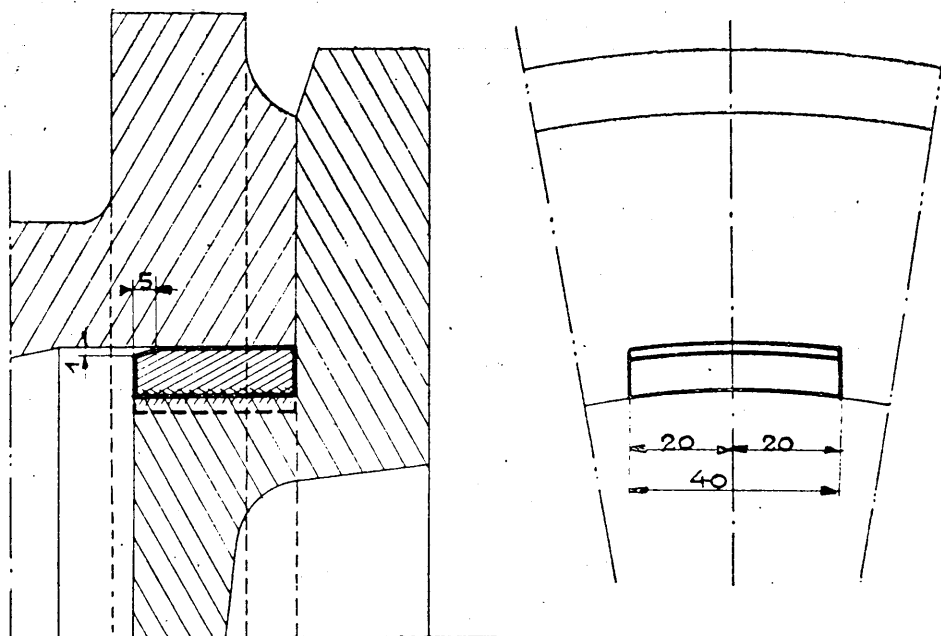


FIG. 28

pas nécessaire avec le joint profilé dont les arêtes s'impriment sur les portées du cylindre et du plateau.

c) Goujons.

Un goujon est vissé à bloc de façon que la force de frottement sur les surfaces hélicoïdales d'une part, et sur le fond de l'embase d'autre part (cette extrémité de la partie vissée doit être terminée par une surface plane avec chanfrein à 120°) s'oppose au desserrage.

Pour la mise en place, on peut :

- soit visser deux écrous serrés fortement l'un contre l'autre et manœuvrer le goujon avec une clé s'engageant sur l'écrou supérieur.
- soit employer (*fig. 29*) un écrou et une vis auxiliaire. La vis étant engagée jusqu'à la moitié de l'écrou, visser d'abord ce dernier sur la tête du goujon. Mettre celui-ci en place, le bloquer dans son logement à l'aide d'une clé enserrant l'écrou. Il suffit ensuite de démonter d'abord la vis, puis l'écrou.

On rend plus difficile le desserrage d'un goujon en enduisant les filets, avant montage, d'une solution de sel ammoniac.

Pour dévisser un goujon serré à bloc, sans abîmer ni coucher son filetage, on visse sur lui, serrés l'un contre l'autre, deux écrous normaux dont celui inférieur est fendu. A l'aide d'une clé ou agit sur l'écrou fendu qui fait ainsi office de pince en enserrant fortement le filetage.

Pour retirer le bout d'un goujon brisé dans son filetage, on utilise avantageusement un extracteur (*fig. 30*). Le bout de cet outil qui doit saisir le goujon est légèrement conique et a des filets à gauche et en spirale. On perce un trou dans le prisonnier et on y insère l'extracteur. En tournant ce dernier, cela fait gripper la spirale avec un pas à gauche contre les parois du trou foré, exerçant ainsi un effort de dévissage sur le prisonnier qui est dévissé sur son propre pas.

7° Boulons de fixation de cylindres.

Les efforts alternés importants, auxquels sont soumis les cylindres, nécessitent entre autres précautions, leur fixation par boulons ajustés-pressés. Pour obtenir avec certitude un léger serrage ne dépassant pas 70 microns (afin d'éviter le grippage qui risque de se produire avec un serrage plus élevé), les couples d'ajustement suivants sont adaptés :

$H_8 u_7$, pour les diamètres ≤ 30 mm.

$H_8 s_7$, pour les diamètres > 30 mm.

Les diamètres des boulons varient de 28,5 à 34 mm. et s'échelonnent de 0,5 en 0,5 mm.

Pour obtenir les alésages H_7 , on utilise :

— pour les cylindres intérieurs, des alésoirs (ébaücheur, finisseur, rectifieur) conformes aux documents OCF. 02.1845 et 02.1846.

— pour les cylindres extérieurs, des alésoirs-fraise, rectifieurs, du document OCF 02.1847.

Ces alésoirs sont contrôlés :

- avant mise en service, à l'aide d'un mesureur d'atelier Zeiss.
- et en service, à l'aide de bagues "n'entre pas".

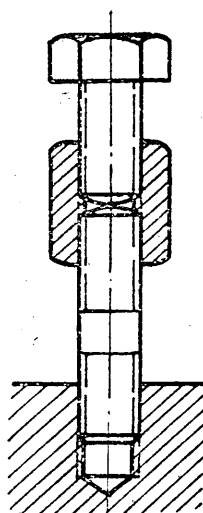


FIG. 29

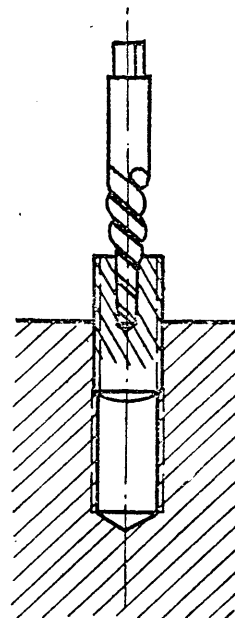


FIG. 30

B. — BOITE A VAPEUR

On rencontre dans les boîtes à vapeur les mêmes avaries que dans les cylindres :

- usures irrégulières des tables ou chemises.
- fissures et cassures des barrettes des tables.
- décalage des chemises.

1° Alésage et chemisage des boîtes à distributeurs cylindriques.

a) Alésage.

Le degré d'usure des chemises de boîtes à vapeur est vérifié dans les mêmes conditions que celui des cylindres. Toutefois, les diamètres de la boîte à vapeur sont relevés dans 4 plans perpendiculaires situés respectivement à l'AV et à l'AR de chaque chemise. Les chemises sont à réaléses :

1° quand la conicité ou l'ovalisation est égale ou supérieure à :

- 0,3 mm. au cours des GR et des levages,
- 0,5 mm. en service.

2° quand elles présentent des rayures ou grippures, des traces d'usure avec épaulement à l'endroit des barrettes pouvant donner lieu à des fuites de vapeur.

Les réalésages sont effectués en prenant les mêmes précautions que pour les cylindres.

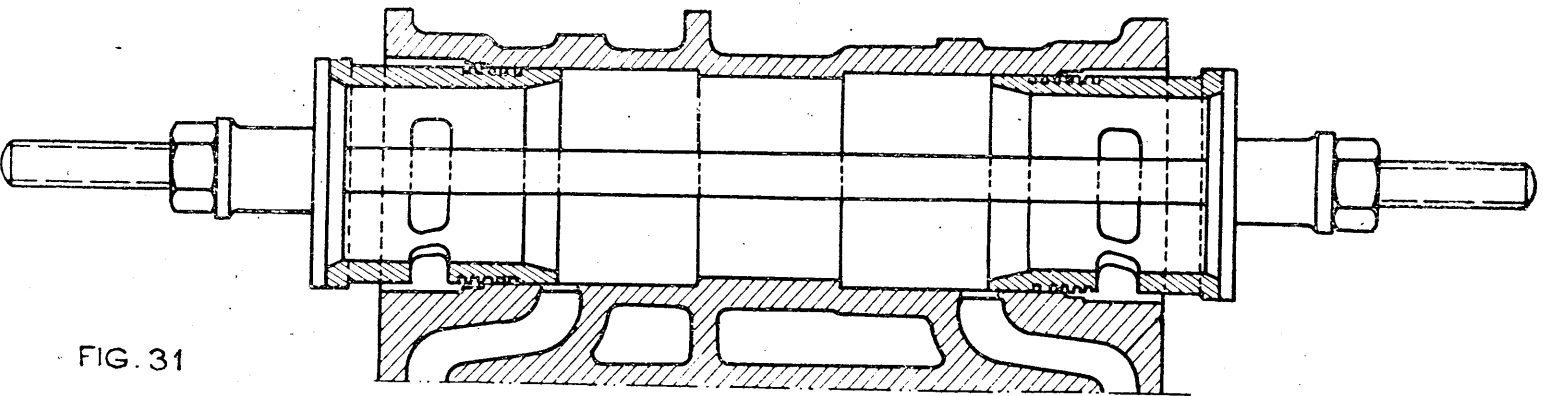


FIG. 31

On réalèse simultanément et au même diamètre, les 2 chemises d'une boîte à vapeur pour ne pas nuire à l'équilibre du distributeur et au dérèglement de la distribution qui résulterait du développement du jeu du mécanisme.

Après réalésage, la différence entre 2 diamètres quelconques d'une chemise ne doit pas excéder 0,1 mm.

Pour obtenir cette tolérance, l'outillage employé comporte sur le même arbre un porte-outil dégrossisseur et une fraise-alésoir pour finir.

b) Chemisage.

Les chemises sont à remplacer :

1° quand elles sont agrandies de 8 mm.

La partie de la boîte à vapeur formant entretoises des chemises doit être alésée, en conséquence, à $D + 9$. (D = alésage d'origine de la chemise).

Toutefois, pour faciliter la mise en place et la sortie du distributeur, ce diamètre ne doit pas excéder de plus de 2 mm. celui de la grande base du cône terminal des chemises. Une plus grande différence entre ces diamètres permettrait aux segments de se débâter, à leur sortie, d'une façon telle qu'il deviendrait très difficile de les faire rentrer dans les chemises.

2° si elles présentent des cassures, notamment à l'endroit des barrettes. Si la rupture n'intéresse qu'une seule cloison non placée dans la partie inférieure de la chemise, cette rupture n'entraîne pas le remplacement; si cette cloison est à la partie inférieure ou si deux cloisons sont rompues, il faut remplacer la chemise.

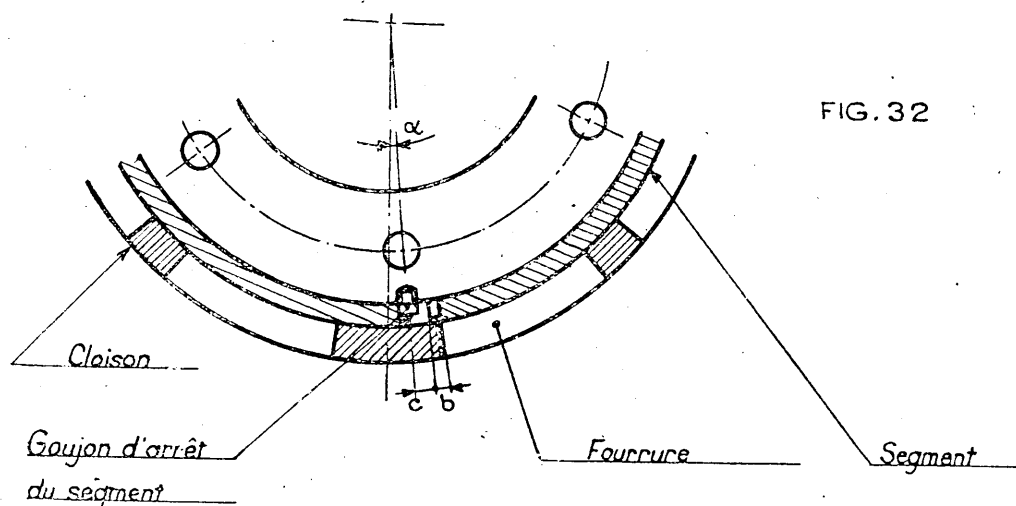
On remplace simultanément les deux chemises d'une boîte à vapeur, lorsque leur usure est supérieure à 3 mm.

3° quand elles sont ébroulées dans leur logement.

Les chemises de boîtes à vapeur sont déposées comme les chemises de cylindre, par coupage au chalumeau oxy-acétylénique ou à l'arc électrique ou au bédane suivant une génératrice ou simplement en chauffant en chalumeau au rouge sombre suivant deux génératrices diamétralement opposées, le retrait du métal facilitant l'enlèvement.

Les chemises sont livrées aux dépôts usinées, lumières fraisées (1) avec des surépaisseurs de 4 mm. sur le diamètre extérieur, de 3 mm. sur la longueur et aux cotes du dessin pour le diamètre intérieur et les lumières.

Avant usinage, la largeur des orifices des chemises doit être soigneusement vérifiée et



on ne doit pas monter des chemises dont la largeur des orifices s'écarterait de plus de 1 mm. de la cote du dessin.

a) le diamètre extérieur est tourné au diamètre du logement de la chemise dans la boîte à vapeur, augmenté de 0,2 mm. par mètre de diamètre.

L'extrémité du côté de l'entrée est tournée légèrement conique de façon que la chemise s'engage sans effort sur une longueur de 10 mm. environ.

Le diamètre intérieur est celui d'origine :

b) les chemises sont mises de longueur de façon qu'après mise en place, la cote d'écartement des arêtes d'admission soit celle du dessin à :

+ 0,6 mm.	} près (admission par les arêtes intérieures).
- 1,1 mm.	
- 0,6 mm.	} près (admission par les arêtes extérieures).
+ 1,1 mm.	

Le tableau III, chapitre III donne la position des distributeurs par rapport aux orifices du cylindre.

(1) On n'emploie, en effet, que des chemises coulées en tambours sans orifices. La méthode faisant venir de fonderie, par des noyaux de forme appropriée, l'ébauche des lumières a donné lieu à des déboires : cassures prématurées des barrettes qui se solidifiaient les premières et scories en suspension dans la fonte liquide, arrêtées par les noyaux rendant les chemises inutilisables.

Les deux chemises d'une boîte à vapeur sont mises en place simultanément suivant le même principe que pour les chemises de cylindres; en particulier, pour éviter la rupture des cloisons des lumières sous l'effort exercé pendant l'emmanchement, il est indispensable de placer dans trois ou quatre lumières équidistantes un boulon de 10 mm. de diamètre environ, portant, par la tête et par l'écrou, sur les bases opposées de ces lumières, pour les entretoiser.

L'appareil de montage se compose d'une barre filetée reliant deux plateaux de serrage (*fig. 31*).

On doit faire attention à maintenir dans la position qu'elle doit occuper, la cloison inférieure correspondant à la coupe des segments. Il est indispensable, en effet, que cette cloison assure un recouvrement de 5 à 6 mm. en (*b*) (*fig. 32*) dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire quand, par suite d'usure des segments, la coupure (*c*) s'est élargie, et quand le tiroir a lui-même tourné sur son axe d'un angle α correspondant au jeu total de la clavette de l'écrou d'assemblage dans la mortaise qui la reçoit.

La position des fonds de la boîte à vapeur doit permettre la libre dilatation longitudinale des fourrures.

Après emmanchement des chemises, on procède le cas échéant à leur alésage au diamètre du dessin et on met en place la vis d'arrêt.

En principe, les logements des chemises dans les boîtes à vapeur n'ont pas à être réalisés. Toutefois, ils le seraient si, par suite de déformations, la concentricité par rapport aux emplacements des plateaux n'existait plus ou si la plus grande différence entre deux diamètres était supérieure à 0,5 mm. Dans ce cas, il serait à effectuer en enlevant le moins de métal possible.

2° Tables de distribution pour tiroirs plans.

a) Rectification.

Les tables de distribution doivent rester planes, en bon état, rigoureusement parallèles au plan d'origine, c'est-à-dire à la tige de tiroir et généralement aussi à la portée du plateau de la boîte à vapeur.

Il est nécessaire de reprendre le dressage quand, par suite d'usure, il n'en est plus ainsi.

On dresse les tables à la fraiseuse si le cylindre est démonté, à la fraiseuse portable, ou plus généralement à la lime si le cylindre reste en place sur la locomotive (1).

Dans tous les cas, on finit au grattoir avec vérification à l'aide d'un marbre portatif ou du tiroir lui-même préalablement dressé et rectifié. Les arêtes des lumières sont légèrement abattues pour faciliter le graissage et éviter le rabotage des surfaces frottantes du tiroir.

La tolérance sur la planéité est de $\pm 0,2$ mm.

La tolérance sur le parallélisme avec l'axe de la tige est de ± 1 mm. sur la longueur de la table pour les tiroirs ordinaires et de $\pm 0,25$ mm. pour les tiroirs compensés.

La vérification s'effectue au trusquin ou avec des jauges. Les écartements des orifices d'admission et d'échappement des tables doivent être conformes au dessin et, en principe, ne pas en différer de ± 1 mm.

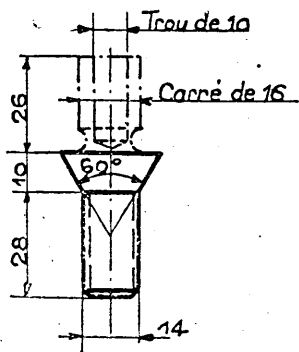
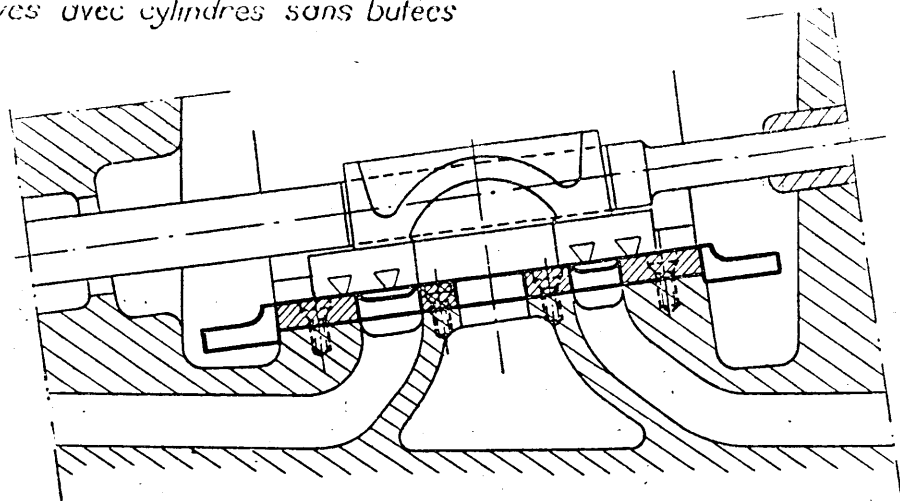
b) Application de tables rapportées.

On rapporte des tables quand l'usure de la table d'origine serait égale, après dressage, à l'épaisseur de la table rapportée, telle qu'elle est prévue au dessin. Cette règle correspond à une usure d'environ 16 mm. Les indications sont données par les dessins.

La portée de cette table sur le cylindre doit être rodée comme celle du tiroir. La table est fixée par vis à tête noyée (*fig. 33*) présentant avant montage un carré qui est enlevé après serrage par perçage d'un trou suivant son axe. Les filets des vis sont enduits de blanc de zinc. L'immobilisation de la table rapportée est assurée par la portée simultanée

(1) Voir *Revue Générale des Chemins de Fer*, numéro de Juin 1914, la description d'une rectificuse sur place des glaces de tiroir plan.

Locomotives avec cylindres sans butées



Cylindres munis de butées

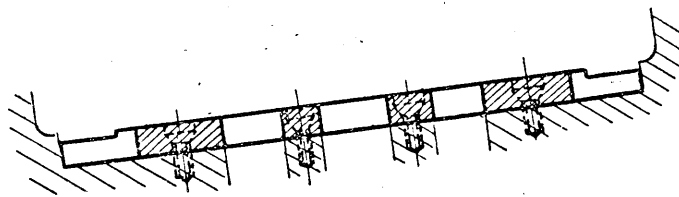
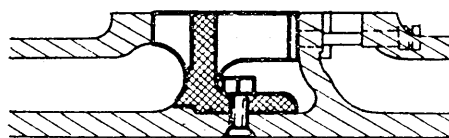


FIG. 33

Coupe bb



Coupe aa

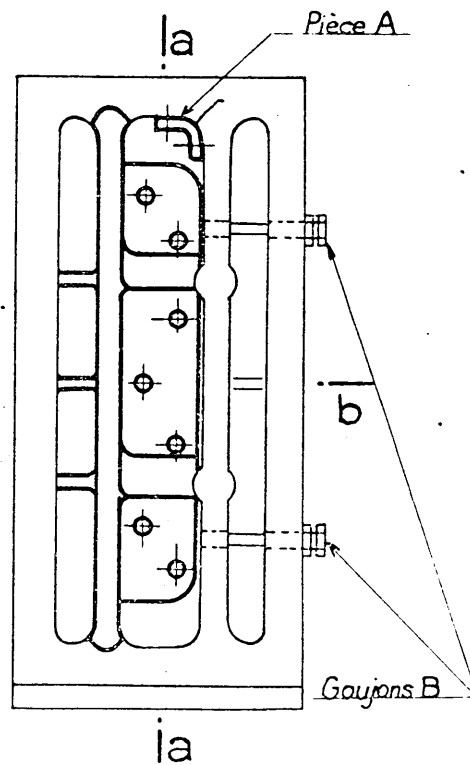
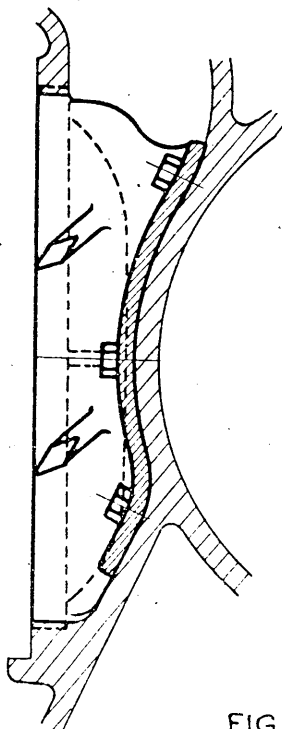


FIG. 34

de talons contre des butées fixes du cylindre ou par un embrèvement de 3 mm. environ extérieur à la table.

Les tables rapportées sont remplacées :

1) quand leur épaisseur initiale est réduite d'un tiers (sauf indication contraire du dessin).

2) quand il existe une ou plusieurs fissures aux barrettes touchant aux chambres d'admission ou d'échappement.

3) des règles particulières basées sur l'expérience peuvent fixer les conditions de retrait pour cassures dans les nervures de renfort.

On évitera le remplacement des tables dont une barrette est rompue en rapportant une barrette soudée au S.B.O.

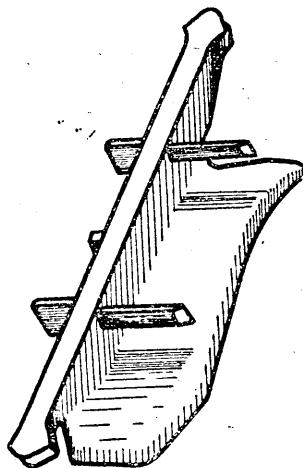


FIG. 35

c) Fissures et cassures de barrettes.

Il n'est pas rare de relever des criques à la naissance des barrettes qui séparent les lumières, surtout dans les cylindres où ces barrettes ne sont pas entretoisées par des cloisons venues de fonderie. On consolide cette fissure par la pose d'une pièce A vissée (fig. 34).

Quand les criques sont seulement amorcées ou bien lorsqu'il n'en existe qu'une seule, dans les dépôts, on peut se contenter, pour conjurer un plus grand mal, d'une réparation provisoire par chaînette de goujons en prenant la précaution supplémentaire d'entretoiser les barrettes par l'application d'une pièce vissée ou de goujons entretoises B, vissés avec serrage, et maintenus par des écrous (fig. 34).

Quand les criques sont étendues, dans les grands Ateliers, on les répare par soudo-brasure ou bien l'on fait sauter la barrette (fig. 34), on dresse à la lime la section de rupture et on y ajuste une pièce de fonte (fig. 35) fondue d'après un modèle en bois préalablement présenté dans le cylindre, façonné et retouché pour épouser exactement la surface de la section de rupture. On encastre la barrette dans les évidements en forme de coins pratiqués dans la table de manière à ce qu'elle résiste à la poussée du tiroir; elle s'arc-boute, par ailleurs, sur les barrettes voisines à l'aide d'oreilles qui sont venues de fonte (fig. 35); elle est, d'autre part, maintenue par une patte vissée dans le cylindre.

La réparation par soudo-brasure est assez délicate étant donné que toute zone à souder est généralement étroitement bridée et qu'il devient indispensable de combattre les effets de dilatation et de retrait. Pour réparer, par exemple, la cassure A (fig. 36) et éviter une cassure au retrait on peut, comme dans le cas de la soudure autogène, chauffer en B et en C en même temps que l'on exécute la soudure, de manière qu'au retrait les trois barres se contractent simultanément et d'une quantité sensiblement égale.

En soudo-brasure, on peut opérer tout autrement : on chanfreine sur les deux faces les bords de la cassure, sans atteindre cependant la partie centrale, comme en D. Pendant l'opération la barre A se dilate en provoquant sur les autres barres une certaine tension, qu'elles peuvent parfaitement supporter. Après exécution de la soudo-brasure, au refroidissement, la barre rompue reprend sa longueur primitive en libérant les tensions des barres B et C. Le métal déposé dans le chanfrein est néanmoins soumis à un très faible retrait, mais comme il est forgeable et malléable jusqu'à près de 300°, il se déforme en se libérant de toute tension.

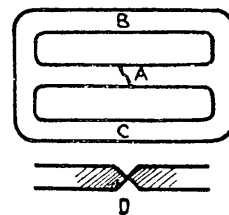


FIG. 36

30 Épreuves des cylindres.

Les conditions ont été traitées tome III, page 162.

ANNEXE

1° Technique de la soudo-brasure des fontes grises. (1)

a) Température de mouillage de la fonte.

Le mouillage (2) de la fonte grise par le métal de soudo-brasure peut se faire lorsque la fonte est à une température nettement inférieure au point de fusion de celui-ci. On vérifie qu'il peut s'obtenir vers 650°. La température peut dépasser cette limite inférieure, mais on remarque qu'au-dessus de 850° le mouillage devient à nouveau impossible.

On peut donc tirer l'enseignement pratique suivant : pour réaliser une soudo-brasure sur fonte grise, il est nécessaire de porter les bords à braser à température minimum de 650° (rouge très sombre) et de ne pas dépasser la température de 850° (rouge cerise).

On remarque que cette dernière température est inférieure de plus de 300° au point de fusion de la fonte.

Un autre inconvénient de dépasser la température de 850° est que l'on dépasse le point inférieur de transformation des fontes.

Porter à fusion les bords de la pièce est donc une cause d'insuccès dans la soudo-brasure.

b) Métal d'apport.

On utilise un laiton (alliage SBN) contenant 40 % d'étain et 60 % de cuivre, en fil de 4 à 6 mm. de diamètre. Sa température de fusion est d'environ 880°, ce qui nécessite un tour de main pour obtenir simultanément les températures différentes de mouillage de la fonte et de fusion du métal d'apport (voir § f suivant).

c) Fondant.

Le fondant utilisé est un mélange convenablement dosé de différentes matières capables de donner, par décomposition sous l'action de la chaleur, des éléments tels que le fer ou le nickel, ou certains oxydes de ces métaux qui, en entrant en solution dans le borax, forment un laitier très visqueux capable de recouvrir la surface de la fonte et d'absorber les gaz dus à la présence de graphite, les oxydes et impuretés.

Le produit se trouve sous forme de pâte. Il doit être appliqué à la main en couche mince avant l'opération sur toute la surface du joint et de ses abords.

La poudre décapante « borax-acide borique » introduite au cours du travail par l'extrémité chauffée de la baguette de laiton protège le métal apporté et facilite l'action de la pâte.

d) Préparation des bords.

Le métal de brasure ne pénètre pas dans un joint étroit. Lorsqu'on veut obtenir une pénétration profonde, il est nécessaire d'ouvrir un chanfrein sur les deux côtés de la cassure. La brasure a plus de difficultés à s'infiltrer dans un joint que pour l'acier, puisqu'on est limité par une température maximum de brasage assez voisine de la limite inférieure de température de mouillage. A une très faible distance de la surface de la pièce, la fonte se trouve donc à une température insuffisante pour le mouillage et le brasage ne s'opère pas.

Lorsqu'il se produit une cassure dans la fonte grise, toujours hétérogène, elle suit inévitablement les constituants de moindre résistance. Le graphite est, de tous, l'élément de moindre qualité; on le trouve dans le métal généralement sous forme de paillettes présentant une grande surface par rapport à l'épaisseur. Une cassure sur fonte suit ces paillettes, ce qui fait apparaître à sa surface le maximum de grains de graphite. Si on essayait de faire une brasure sur une cassure brute, le mouillage serait impossible, car une bonne partie de la surface est constituée par du carbone libre.

En prenant la précaution d'usiner cette surface, le métal est tranché selon une section droite et les paillettes de graphite sont généralement rencontrées transversalement; la surface de la pièce usinée présente donc beaucoup moins de graphite.

De ceci découle la règle suivante : il est toujours nécessaire d'usiner les bords d'une cassure de fonte.

(1) D'après une publication de l'Office Central de l'Acétylène et de la Soudure autogène.

(2) Il y a mouillage lorsque le métal liquide s'étale rapidement sur la surface du métal solide de la pièce, cette température dépend de la nature des métaux et du flux employé pour éliminer les impuretés souillant leur surface.

La surface de la pièce, ou peau de la pièce, est oxydée et souvent sur une certaine profondeur. La présence de cet oxyde et de graphite rend le mouillage impossible; pour l'obtenir, il est donc nécessaire de blanchir cette surface aux abords du joint à réaliser.

Pour le chanfreinage, on emploie soit le burin à main, soit le burin pneumatique. Le tranchant de l'outil doit être assez vif pour couper le métal et non l'arracher.

Le nettoyage des abords du chanfrein se fait au burin ou à la meule, mais, dans ce dernier cas, le graphite est broyé et reste à la surface de la pièce. Un brossage énergique à la brosse métallique doit donc suivre cette opération. Un procédé très commode est à conseiller chaque fois qu'il est utilisable : le sablage. En effet, les particules d'abrasif sont projetées avec violence sur la pièce et détruisent toute trace superficielle de graphite.

e) Puissance du chalumeau.

Elle est d'environ 25 à 30 litres par mm. d'épaisseur de la pièce à soudo-braser, soit le tiers envi-

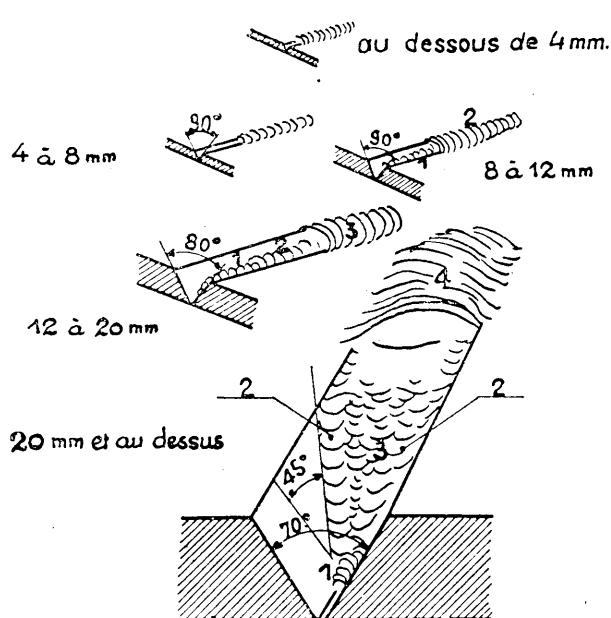


FIG. 36 bis

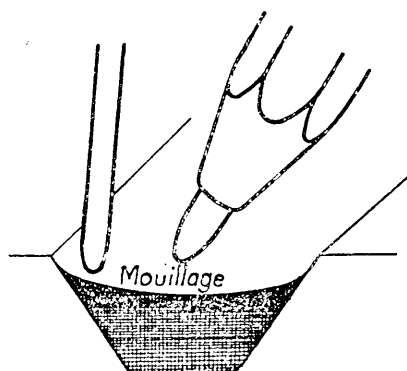


FIG. 37

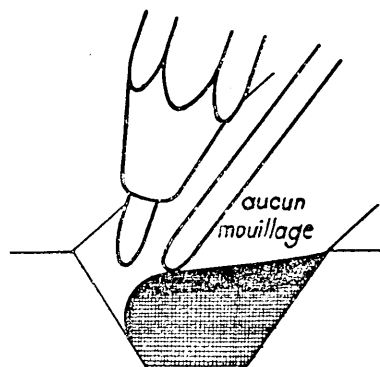


FIG. 38

ron de la puissance nécessaire à l'exécution d'une soudure autogène. Cette valeur approximative doit varier en cours de travail suivant la forme des pièces, l'avancement du travail, etc.

f) Soudo-brasure à plat. (fig. 36 bis)

Au-dessous de 4 mm. — Pièces non chanfreinées, bords blanchis sur la cassure si possible et surtout sur 1 cm. de chaque côté du joint : une seule passe, chalumeau de 100 l/h, épaisseur du cordon égale à la moitié de celle de la pièce.

De 4 à 8 mm. — Technique précédente, pièces chanfreinées à 90°.

De 8 à 12 mm. — Technique précédente, deux passes successives, chacune sur une longueur de 8 à 10 cm.

De 12 à 20 mm. — Technique précédente, chanfrein à 80° suffisant pour un bon mouillage, 3 passes successives.

Au-dessus de 20 mm. — Chanfrein à 70°. Il n'y a pas intérêt à exécuter la soudo-brasure par passes horizontales successives, car on serait conduit à allonger considérablement la portion en cours d'exécution, ce qui risque de trop surchauffer la pièce. L'assemblage s'exécute le joint disposé face à l'opérateur, en conduisant l'opération de manière que le métal déposé forme continuellement un plan incliné à 45°. A cet effet, en (1) constituer une petite passe de quelques centimètres de long au fond

du chanfrein, puis, en (2), exécuter aussitôt après et sans interruption, des cordons de métal « en demi-montante ». Ces cordons viennent s'accrocher à la fois sur les bords du chanfrein et sur le métal déjà déposé par les passes précédentes. Pour parvenir à ce résultat, il faut, et c'est la base même du procédé de soudo-brasure sur fonte, simultanément porter la fonte à la température du rouge sombre et fondre la surface du métal déjà déposé par les passes précédentes en le portant au-dessus de 830°, de manière à réaliser sur la fonte un bon accrochage et sur le métal déjà déposé une bonne soudure autogène avec les nouveaux apports.

Ce résultat n'est possible qu'en plaçant la baguette entre la face du chanfrein et le chalumeau

Soudo-brasure demi-montante sur fonte

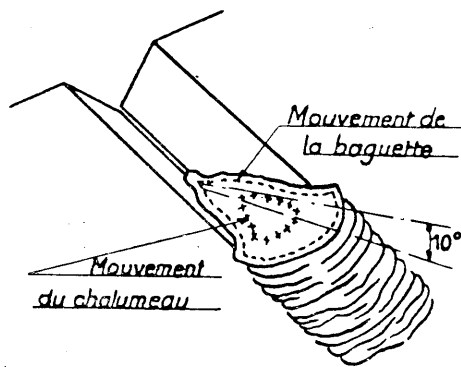


FIG. 39

Soudo-brasure montante

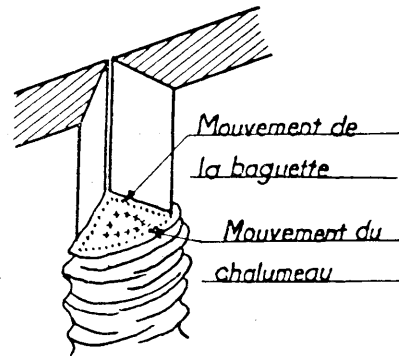


FIG. 40

Soudo-brasure au plafond

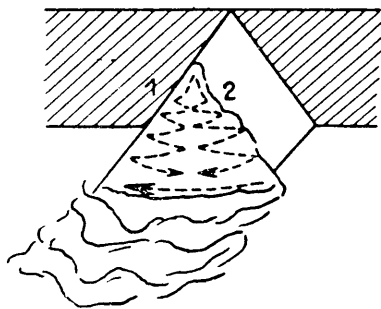


FIG. 41

Soudo-brasure en corniche

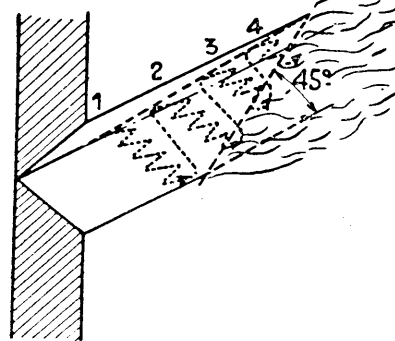


FIG. 42

(fig. 37); de cette manière, le métal d'apport sert d'écran et protège la fonte contre un chauffage trop intense. Le cordon de soudo-brasure, sous l'action du chalumeau, est porté alors en fusion. Il faut se rappeler que la fonte est assez mauvaise conductrice de la chaleur, donc facilement portée au rouge sous la flamme; au contraire, le métal déposé est très bon conducteur et va répandre la chaleur qu'il aura absorbée sur le pourtour du joint et c'est une raison de plus pour diriger le dard du chalumeau directement sur le cordon de métal déposé et non sur les faces du chanfrein ou ses abords.

En intervertissant les positions de la baguette et du chalumeau, on constate au contraire que le mouillage n'est pas possible, la fonte étant portée à une trop haute température (fig. 38).

Les deux cordons de métal ayant été déposés en (2) il faut combler en (3) l'espace vide formé au milieu. Ce rechargement s'obtient en exécutant en quelque sorte « une soudure autogène sur la brasure ». Pour ce travail, l'emploi d'une quantité plus importante de flux sous forme de poudre à l'extrémité de la baguette, est nécessaire.

Après avoir déposé ainsi un certain nombre de couches de métal selon cette méthode et jusqu'en haut du chanfrein, il faut parer la surface extérieure de la brasure en revenant faire, tous les 4 à 5 cm., une dernière passe très large indiquée en (4). Pour son exécution, on doit déposer du métal à la surface de la pièce au delà du chanfrein, ceci d'abord pour éviter tout manque de métal risquant de créer une amorce de cassure, puis pour obtenir un supplément de surface d'accrochage et renforcer ainsi l'assemblage.

g) Soudo-brasure demi-montante. (fig. 39)

Quelle que soit l'épaisseur en une seule passe et non par passes superposées en maintenant la surface du bain, inclinée d'une dizaine de degrés vers l'opérateur. La baguette d'apport parcourt sans cesse le pourtour du bain en longeant d'abord les bords du chanfrein, pour réaliser la liaison sur la fonte, puis en suivant le contour extérieur du métal déjà déposé. Le chalumeau suit simultanément le même mouvement, mais il est dirigé, plus au centre du cordon de métal, de manière à ne pas chauffer exagérément les bords.

Soudo-brasure descendante h) Soudo-brasure montante. (fig. 40)

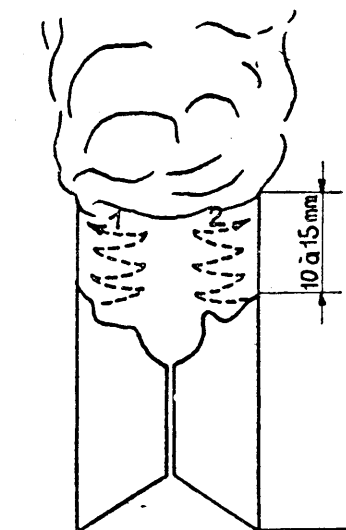


FIG.43

Le mouillage de la fonte se fait par une ascension du métal liquide le long des parois. S'il ne se produit pas, le métal n'adhérant plus à la pièce s'écoule hors du bain.

Les mouvements de la baguette et du chalumeau sont les mêmes que pour la soudo-brasure demi-montante. Pour éviter l'écoulement du métal, il faut utiliser un chalumeau d'une puissance juste nécessaire.

i) Soudo-brasure au plafond. (fig. 41)

Chalumeau de puissance assez faible (15 et 20 lit. par mm. d'épaisseur). On maintient le plus possible la flamme au centre du cordon de métal à déposer et la baguette de métal d'apport est maniée sans arrêt, successivement suivant 1 et 2, de chaque côté du chanfrein, en la faisant descendre du sommet aux arêtes inférieures. Un léger mouvement d'oscillation suffit pour combler à chaque fois la moitié de la surface totale à remplir. Il faut ensuite parer la partie extérieure de la soudo-brasure, en s'étendant légèrement sur le côté. Pour cela, la baguette est déplacée en-dessous du chalumeau, en limitant le contour extérieur du métal déposé.

Toutes les opérations décrites doivent se faire sensiblement sur un même plan vertical; le travail s'exécute alors par superposition de tranches verticales de métal rapporté. Il est bon toutefois de garnir à l'avance sur une petite longueur (1 à 2 cm.) le fond du chanfrein, ce qui accélère le travail.

Ne pas laisser subsister et détacher à cet effet par fusion, les gouttes liquides qui se solidifient sans adhérer sur le bord inférieur de la brasure, elles risqueraient par la suite de déterminer une chute plus importante de métal liquide.

j) Soudo-brasure « en corniche ». (fig. 42)

Conduire le bain de manière qu'il soit constitué par une succession d'assises horizontales, dont l'ensemble forme un plan incliné à 45°. On part du bas sur le bord inférieur, puis on s'élève vers le sommet, sans manquer à chaque fois de garnir les abords du chanfrein. Suivant l'épaisseur de la pièce, les mouvements du chalumeau seront plus ou moins amplifiés : ils suivront sensiblement le déplacement de la baguette, tout en maintenant le dard éloigné de la surface de la fonte.

h) Soudo-brasure verticale descendante. (fig. 43)

Ce mode d'assemblage se présente chaque fois qu'une cassure est dirigée verticalement vers le bord inférieur de la pièce. Il est en effet nécessaire d'exécuter la réparation en partant du sommet de la cassure vers le bord, c'est-à-dire en descendant. Le soudo-brasage s'effectue, après chanfreinage, par petites portions de 10 à 15 mm. de métal déposé, en réalisant des petits cordons de brasure montante, tels que 1 et 2.

2° Technique de la soudo-brasure des aciers doux.

a) Avantages de la soudo-brasure des aciers doux.

Les avantages de la soudo-brasure sont les suivants :

1° S'effectuant à assez basse température, le métal de la pièce ne risque pas d'être dénaturé par l'excès de chaleur et l'on ne constate pas, comme en soudure autogène, un accroissement de grains qui est accompagné d'une augmentation de la fragilité du métal.

2° Dans de nombreux cas, la soudo-brasure permet d'obtenir des assemblages avec beaucoup moins de déformations qu'en soudure autogène oxy-acétylénique et à l'arc. Cette propriété est précieuse et suffit souvent à justifier l'emploi de la soudo-brasure.

Lorsqu'on termine ou qu'on suspend l'exécution continue d'une soudure au chalumeau ou à l'arc électrique, il se produit une retassure dans le bain abandonné à lui-même. Ce phénomène est accompagné d'un dégagement des gaz dissous, créant des porosités dans le métal, qui constituent des solutions de continuité.

En soudo-brasure, le métal étant recouvert constamment d'une pellicule protectrice, l'échange de gaz avec l'atmosphère devient impossible. A la solidification, par arrêt brusque, il se produit une légère dépression superficielle due à la retassure, mais en aucun cas on ne remarque de piqûre due au départ des gaz absorbés.

3° En soudure autogène, oxy-acétylénique ou électrique, les impuretés de l'acier : soufre, phosphore et scories, ainsi que le bon équilibre des constituants ; carbone, silicium, manganèse, revêtent une importance considérable, puisqu'il y a fusion franche des bords des pièces à réunir, d'où déplacement et réaction de ces impuretés, ainsi qu'oxydation plus ou moins prononcée des constituants cités plus haut.

En soudo-brasure, le métal de la pièce est loin d'être porté à fusion : il n'y a donc ni déplacement d'impuretés, ni réaction, ni combustion d'éléments et, à ce point de vue, les propriétés mécaniques des bords des pièces soudo-brasées, sont celles qu'ils avaient avant soudure. On en conclut qu'un acier comportant de fortes doses d'impuretés ou dont les constituants sont mal équilibrés ne souffre pas de l'opération de soudo-brasage, tandis qu'en soudure autogène il peut donner des résultats défavorables.

b) Conditions générales d'exécution.

En employant les fondants ordinaires la température minimum de mouillage est de 850°, elle est légèrement inférieure à celle de fusion de la brasure.

Les bords à réunir sont parfaitement nettoyés à la lime, à la meule ou au jet de sable.

Le flux décapant employé pour saupoudrer les bords mouillés des pièces avant l'opération puis au cours du soudo-brasage est un mélange de borax et d'acide borique finement pulvérisé et déshydraté ; il n'est pas indispensable d'y adjoindre l'emploi d'un fondant particulier comme pour la soudo-brasure des fontes grises.

La puissance nécessaire du chalumeau est la moitié environ de celle nécessaire à l'exécution d'une soudure autogène.

Le métal d'apport employé est le même laiton spécial que celui employé pour la soudo-brasure des fontes grises.

c) Soudo-brasure des tôles épaisses.

Assemblées bout à bout, un chanfreinage de 70° à 90° permettant d'augmenter la surface d'accrochage est nécessaire.

Lorsqu'on a à soudo-braser des tôles d'acier d'une certaine épaisseur, la chaleur est répartie au voisinage du joint sur des zones de température beaucoup plus larges que pour les tôles minces. En outre, la soudo-brasure de l'acier doux se faisant à une température assez élevée, le métal de la brasure va rester liquide sur une surface relativement importante de la tôle. Cette propriété est avantageuse, car elle permet d'exécuter des brasures suffisamment larges, sans que les mouvements du chalumeau ou de la baguette soient nécessaires. Elle peut pourtant être un inconvénient : le métal liquide sur la pièce tend à prendre une forme d'équilibre ; pour une tôle soudée à plat, le bain s'étale et la couche de brasure a une épaisseur insuffisante. Le chanfreinage est favorable à l'opération, car il crée une sorte de cuvette où le métal liquide vient se loger sans difficulté.

Il y a intérêt en outre, si cela est possible, d'incliner le joint à braser de 20° environ sur l'horizontale. Cette pente rejette le métal liquide vers l'arrière du bain déjà en cours de solidification. L'épaisseur de cordon de brasure peut ainsi être augmentée.

Enfin, pour éviter la dispersion du métal, on peut exécuter une soudo-brasure sur tôle épaisse en plusieurs passes.

Ces différentes dispositions sont utilisées séparément ou simultanément, suivant l'épaisseur de la pièce.

En pratique, pour 5 mm. la brasure se fait à plat en une seule passe; de 5 à 7 mm. inclus, elle se fait en une seule passe sur tôles inclinées à 20° environ; de 8 à 15 mm. elle se fait en deux passes sur tôles inclinées à 20° environ. Au-dessus, le nombre de passes va croissant avec l'épaisseur de la pièce.

Pour les tôles épaisses, nous conseillons de ne pas pratiquer le pointage, ou de réduire les points à deux, un à chaque extrémité de la pièce; leur rôle se borne à maintenir les tôles sur un même plan. Il est souvent recommandable d'employer un double chanfrein en X, qui a l'avantage d'utiliser beaucoup moins de métal d'apport.

d) Assemblage de fers carrés en équerre ou en tés.

Les extrémités doivent être chanfreinées et le chanfrein se fait sur les deux faces. Il en résulte économie de métal et symétrie de l'assemblage au point de vue des efforts.

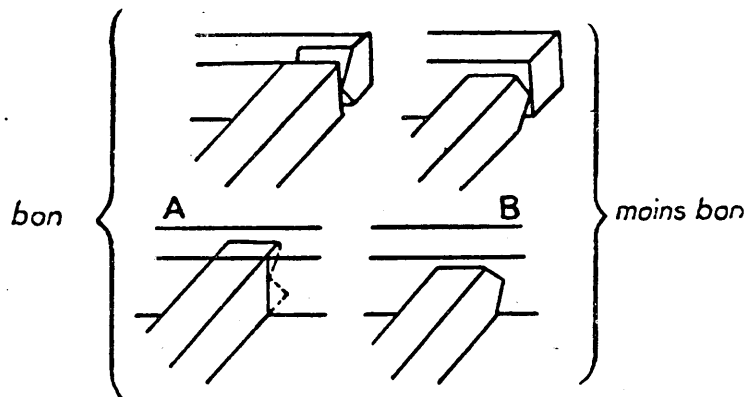


FIG. 44

Deux dispositions sont à première vue utilisables, A ou B (*fig. 44*). L'assemblage A est de beaucoup préférable. Il n'exige pas un temps de préparation plus important et il offre l'avantage de créer une sorte de lingotière où le métal de brasure peut être soutenu. En effet, ces profilés étant massifs, pour gagner du temps, on est conduit à utiliser un fort chalumeau pour les porter à température convenable. Cette première phase du travail étant réalisée, le même chalumeau sert pour la brasure. Il devient alors trop puissant et la brasure fondue est très fluide. Mais le chalumeau étant dirigé vers l'entrée du chanfrein la maintient dans le joint.

Avec la préparation B, inévitablement le métal trop liquide s'écoule par les extrémités du chanfrein. On est alors conduit à diminuer la puissance du chalumeau pour continuer le travail, ce qui cause une perte de temps.

Voici les résultats de quelques essais faits sur des fers carrés assemblés en équerre suivant la préparation A:

Carré de 30 mm.; chalumeau: 1.000 litres; brasure: 51 gr. (fil de 5 mm.).

La brasure a d'abord été faite d'un côté, puis on a attendu une trentaine de secondes pour que la pièce soit un peu refroidie. Pendant ce temps, l'ouvrier a modifié le réglage du chalumeau qu'il a ramené à un débit d'environ 750 litres.