

CANADA, DIVISION DES MINES

RAPPORT NO. 700

PARTIE IV

SER
622(21)
C2124
#700
Pl. 4
F

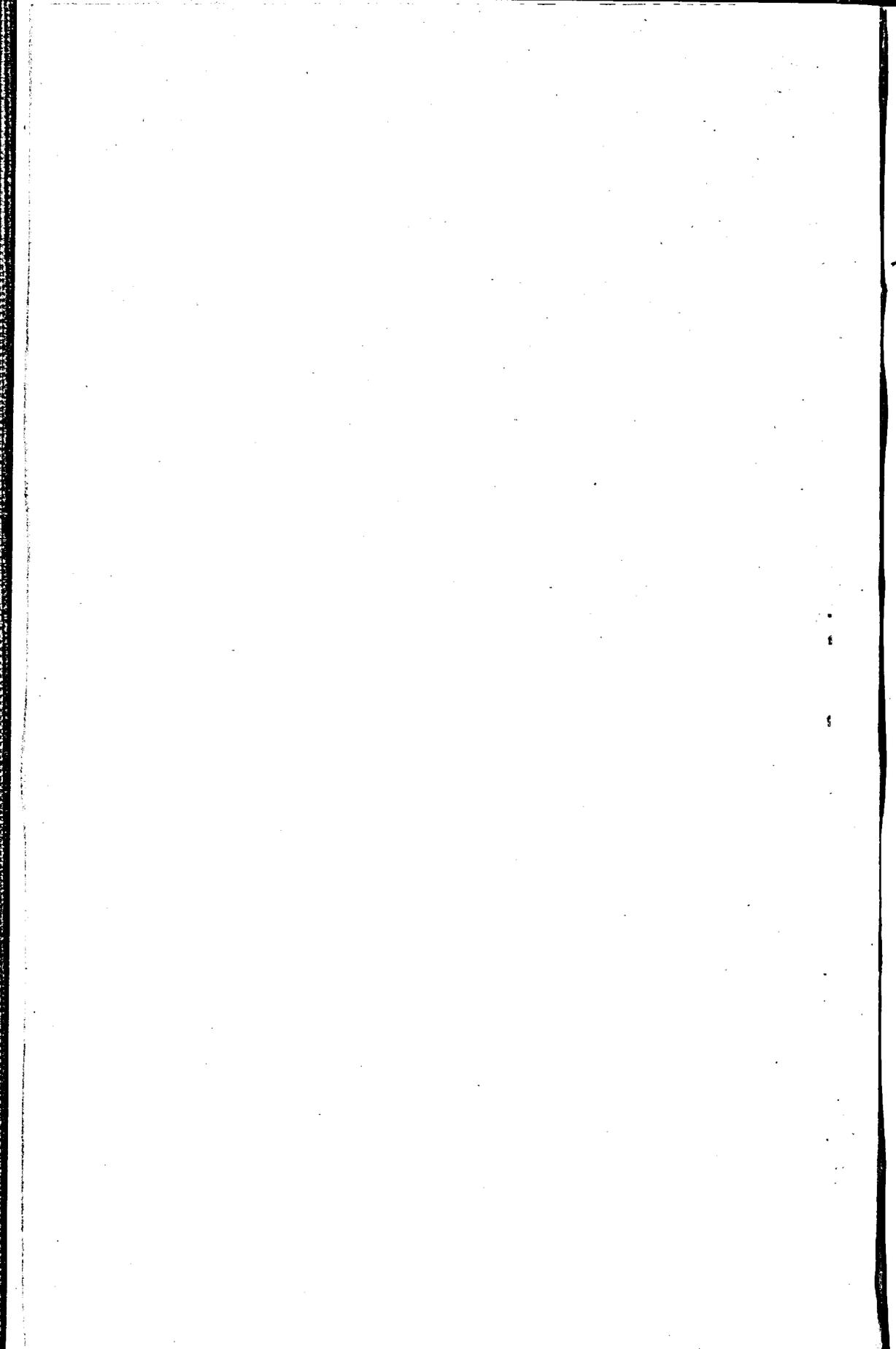
Dept. Energy, Mines & Resources
MINES BRANCH

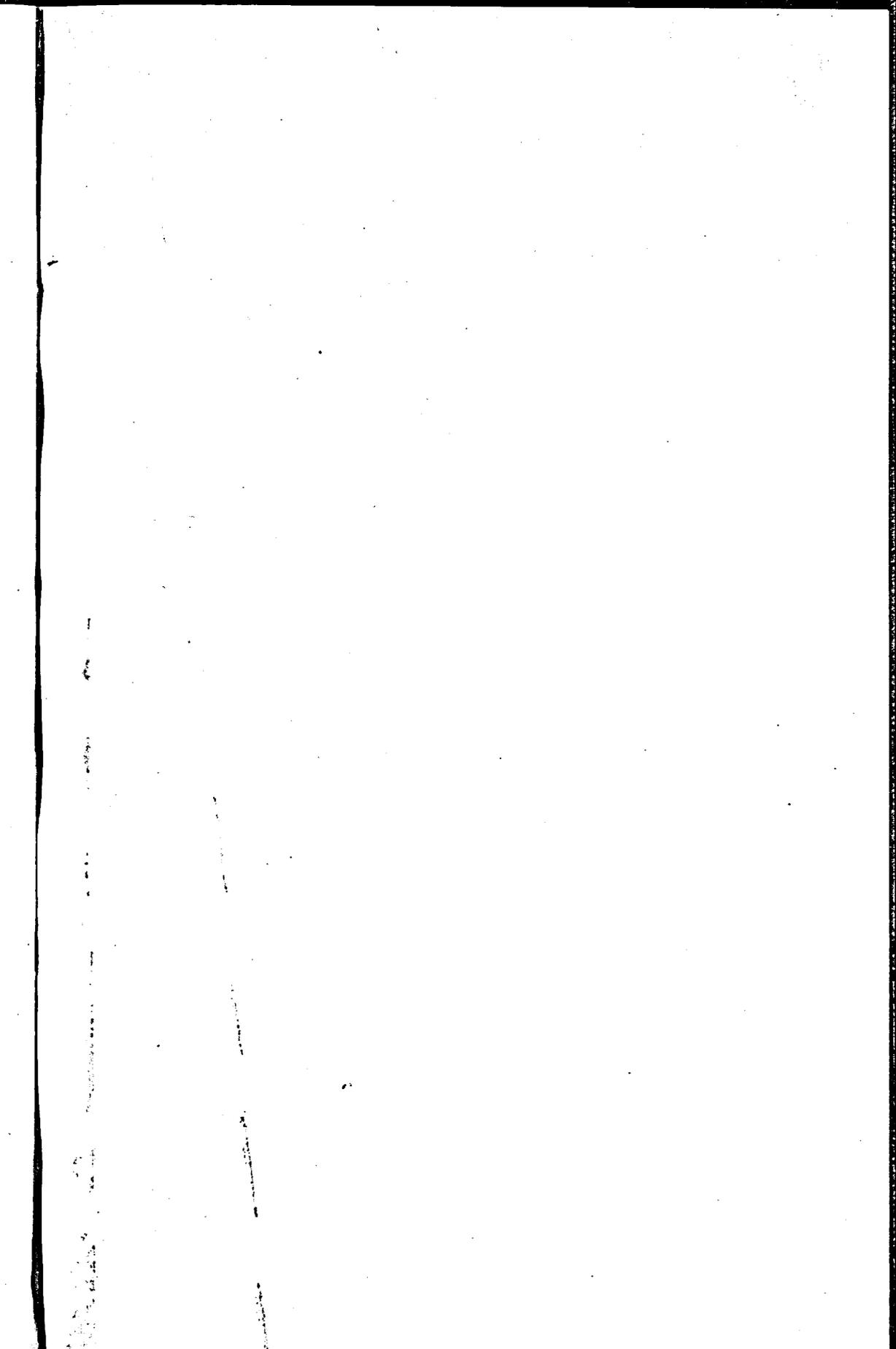
39,160

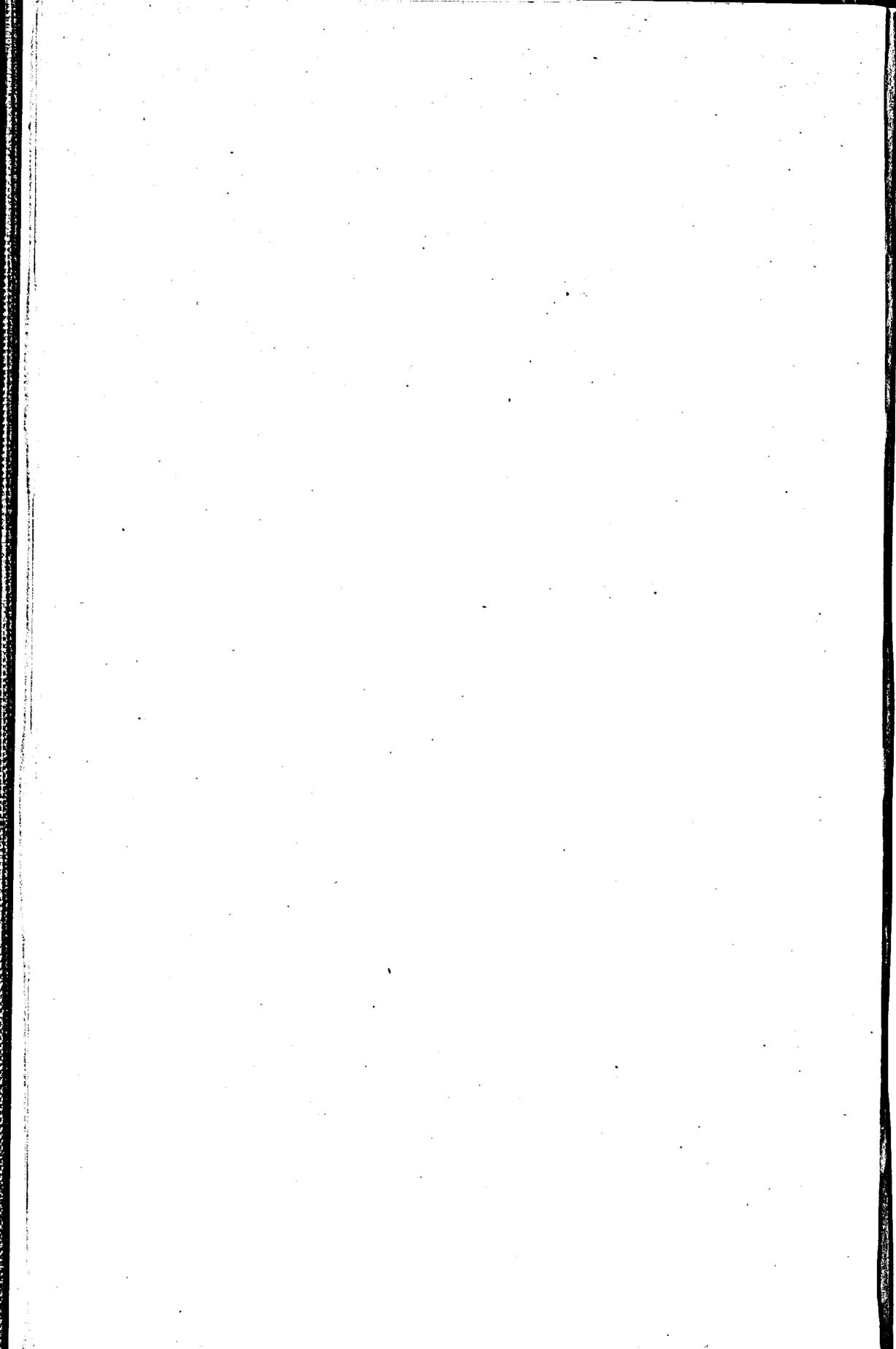
LIBRARY

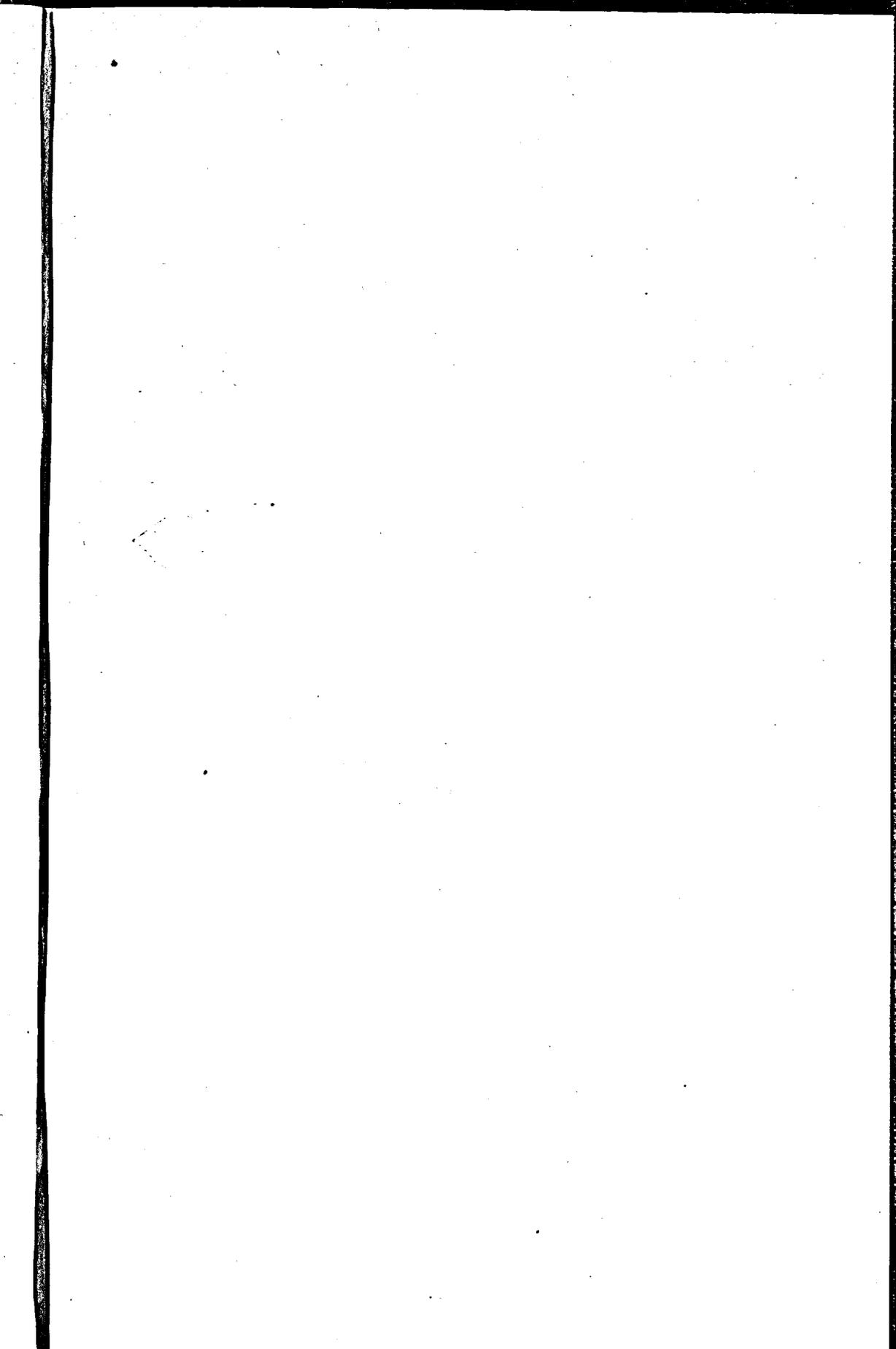
OTTAWA, CANADA.

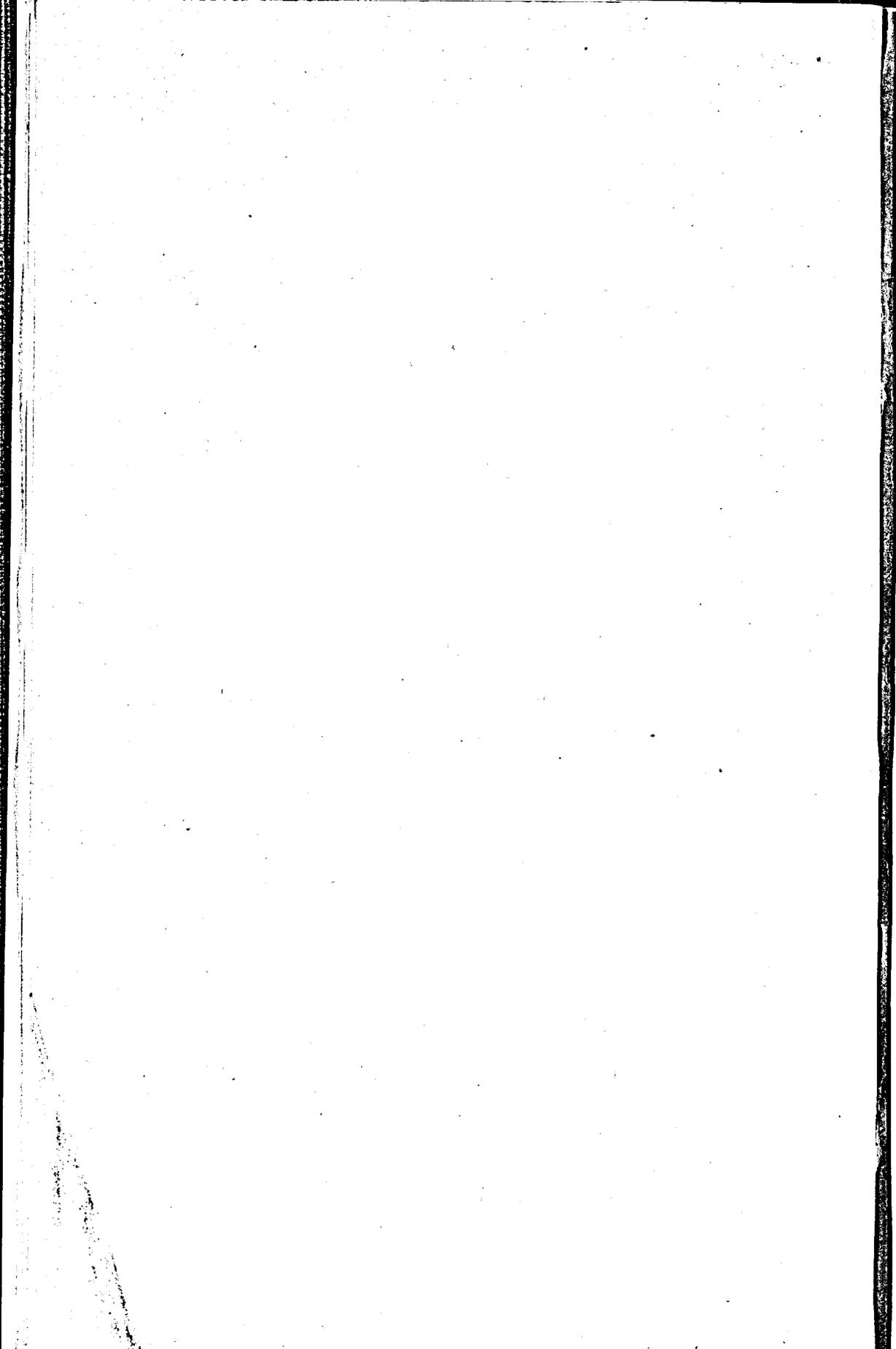
M. LID

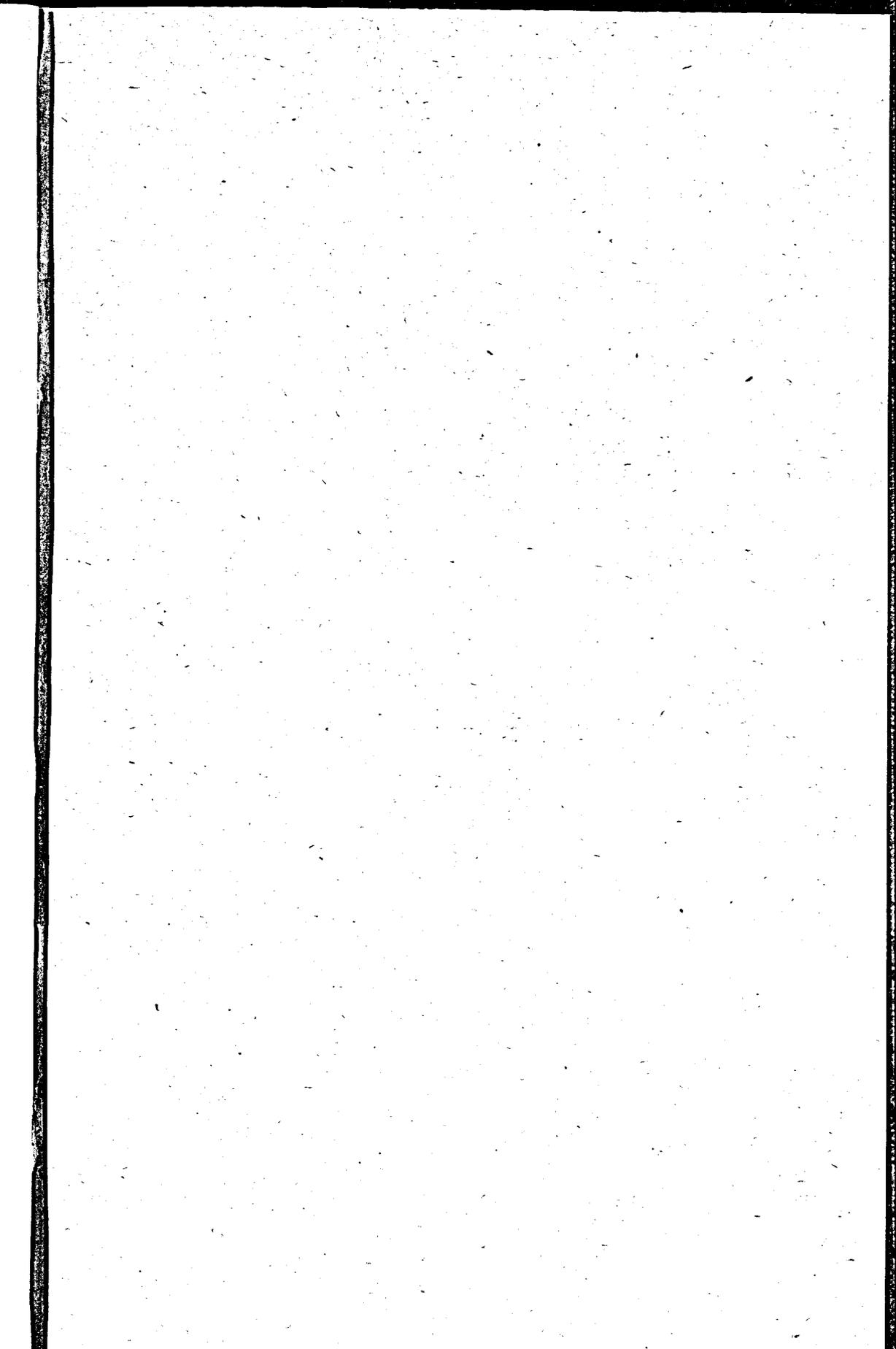












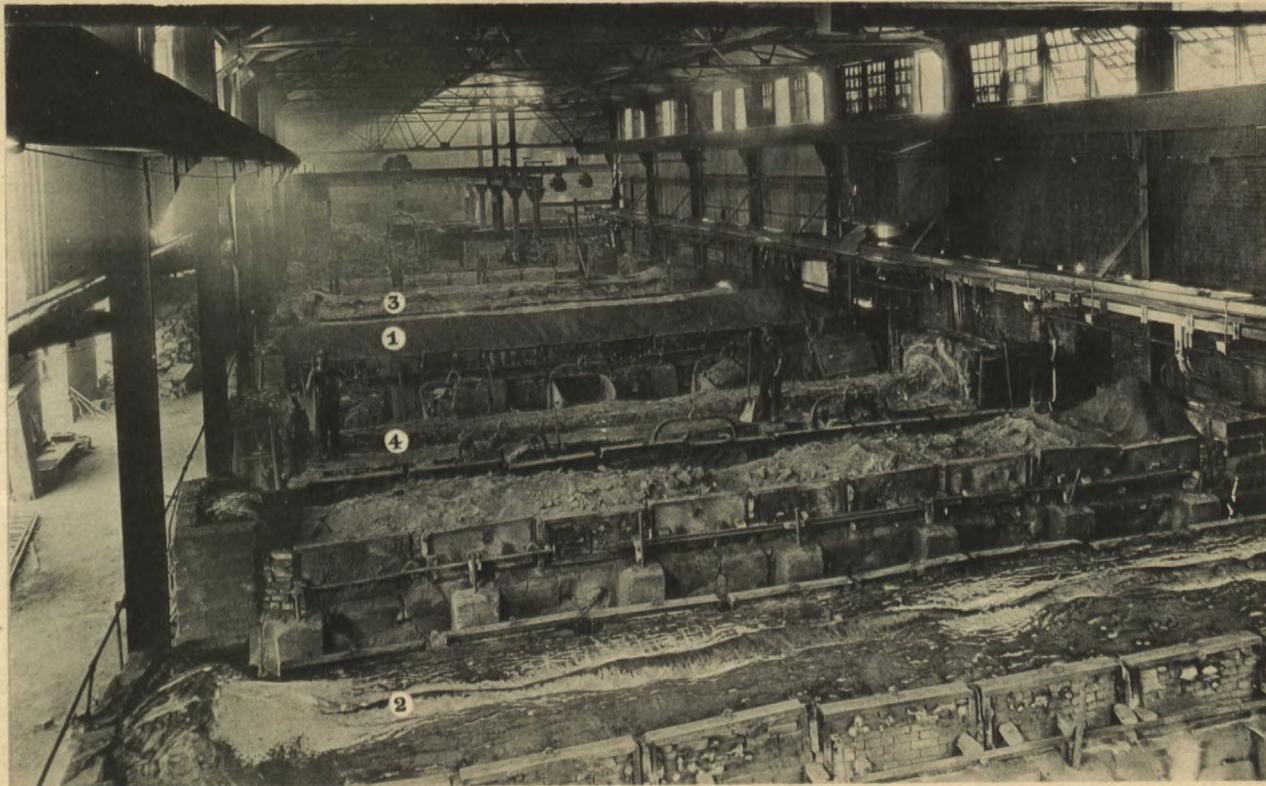


Photo by Exolon Co.

Silicon carbide furnaces in different stages of operation, showing also overhead dumping bucket system:

1, loaded, ready to burn; 2, burning; 3, loading; 4, unloading.

Fours à siliciure de carbone, à diverses phases d'opération, montrant aussi le transporteur aérien à bennes basculantes:
1, four chargé, prêt à mettre à feu; 2, à feu; 3, en cours de chargement; 4, vidange.

39160

622(06)
C 212

CANADA
MINISTÈRE DES MINES
HON. W.-A. GORDON, MINISTRE; CHARLES CAMSELL, SOUS-MINISTRE

DIVISION DES MINES
JOHN McLEISH, DIRECTEUR

LES ABRASIFS

PRODUITS DU CANADA
TECHNOLOGIE ET APPLICATIONS

Partie IV

Abrasifs Artificiels
Produits Abrasifs et Usages

PAR
V.-L. Eardley-Wilmot

(Traduit par le personnel attitré du ministère)



OTTAWA
J.-O. PATENAUDE
IMPRIMEUR DE SA TRÈS EXCELLENTE MAJESTÉ LE ROI
1934

Prix: 20 cents

MINES BRANCH LIBRARY

MINES BRANCH
LIBRARY

HONAGA ZEMIN
WABALI

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
Introduction	vii
Abrasifs artificiels	1
Siliciure de carbone.....	1
Propriétés.....	3
Historique.....	3
Découverte et premiers essais.....	3
Historique de l'industrie en Amérique.....	5
Historique de l'industrie en Europe.....	6
Fabrication.....	7
Procédés canadiens et américains.....	7
Siliciure de carbone spécial.....	10
Préparation et classement du siliciure de carbone.....	11
Analyse.....	14
Alumine fondue	16
Propriétés.....	16
Historique.....	17
Premiers procédés américains.....	19
Premiers procédés européens.....	21
Fabrication.....	24
Méthodes américaines pour la fabrication de l'alumine ordinaire.....	24
Alumine spéciale.....	28
Méthodes de modifier la trempe abrasive de l'alumine.....	30
Production de l'alumine à partir de substances autres que la bauxite..	33
Procédés européens pour la fabrication de l'alumine.....	34
Préparation et classement de l'alumine.....	36
Fabricants d'abrasifs artificiels	38
Canada.....	38
Etats-Unis.....	40
Europe.....	40
Meules	42
Historique.....	42
Etat actuel.....	44
Fabrication et usages des meules.....	44
Variations du grade et du grain.....	44
Procédés de fabrication.....	45
Procédé par vitrification.....	45
Procédé au silicate.....	49
Procédé élastique ou à la gomme laque.....	51
Procédé à la bakélite.....	52
Procédé au caoutchouc.....	53
Finissage des meules.....	54
Désignation des meules.....	57
Fabricants de meules abrasives.....	59
Choix des meules.....	60
Formes des meules.....	63
Meules spéciales.....	64
Montage des meules.....	66
Poids des meules.....	68
Vitesse des meules.....	68
Meulage à l'eau.....	70
Genres de meulage.....	71
Types de meulage.....	72
Meulage plan.....	72
Rectification cylindrique.....	73
Rectification intérieure.....	74

	PAGES
Autres meulages.....	75
Enduits abrasifs.....	76
Toiles et papiers abrasifs.....	76
Historique.....	76
Fabrication.....	77
Fabrication et usages de papiers spéciaux.....	82
Papiers à double face.....	82
Papiers ajourés.....	82
Papiers hydrofuges.....	83
Les abrasifs et leurs principaux usages sous forme de papiers enduits..	83
Normalisation du calibre des grains pour papiers abrasifs.....	86
Essai des papiers abrasifs.....	87
Meulage et polissage flexibles.....	88
Fabrication et encollage de l'abrasif sur les meules à polir.....	88
Types de meules flexibles à polir.....	89
Encollage des meules flexibles.....	92
Application et avantages du meulage et du polissage flexibles.....	94
Courroies.....	94
Meules à disques.....	95
Travaux de ponçage spéciaux.....	96
Ponçage du bois.....	96
Dressage du cuir.....	97
Polissage au buffle.....	97
Substances.....	98
Composés graisseux.....	103
Types de polissoirs et leur fabrication.....	105
Vitesses de la meule et méthodes de polissage.....	106
Fabrication du crocus et du rouge.....	107
Rodage.....	108
Dessablage au tonneau.....	108
Opérations spéciales de meulage et de polissage.....	109
Verre.....	109
Surfaçage et polissage de la pierre.....	110
Préparation des plaques polies de minéral.....	110
Abrasifs métalliques.....	112
Grenaille et acier broyé.....	112
Avantages des abrasifs d'acier pour le nettoyage au jet des pièces de fonte.....	113
Laine métallique.....	114
Bibliographie.....	116
Index.....	149

TABLEAUX

I. Production canadienne d'abrasifs artificiels.....	39
II. Principaux ingrédients utilisés dans la fabrication des abrasifs artificiels canadiens.....	39
III. Abrasifs artificiels bruts, vendus, expédiés, ou utilisés, provenant d'usines canadiennes et américaines, de 1917 à 1928.....	40
IV. Symboles du grade des meules de différentes fabrications.....	59
V. Noms commerciaux employés par les fabricants de meules canadiens.....	60
VI. Production canadienne de meules, avec valeur des meules et des substances utilisées.....	60
VII. Choix et utilisation des meules.....	61
VIII. Propriétés des matières cimentaires pour les meules cylindres.....	67
IX. Vitesses des meules.....	68
X. Propriétés et usages du rouge.....	102
XI. Usages des composés de polissage et de coloration.....	103

ILLUSTRATIONS

Photographies

	PAGES
Planche I	Four à siliciure de carbone à diverses phases d'opération; représentant aussi le transport aérien à bennes basculantes. <i>Frontispice</i>
II	Siliciure de carbone brut type et alumine fondue..... 129
III	Alumine fondue spéciale..... 130
IV	Cristaux parfaits de siliciure de carbone et cristaux d'alumine fondue..... 131
V	Four à siliciure de carbone chargé et prêt à la cuisson, montrant les électrodes et la construction des côtés amovibles..... 132
VI A.	Cuve employée pour le broyage du siliciure de carbone brut.... 133
B.	Classement du grain abrasif par tamisage..... 133
VII	Four à alumine fondue (type Hutchins) en marche..... 134
VIII	Fabrication des meules: par vitrification, méthode du puddlage 135
IX A.	Fabrication des meules: chargement des grosses meules dans le four, montrant les "cazettes" à sections..... 136
B.	Fabrication des meules: par vitrification, méthode du puddlage; "ébarbage" des meules cylindres vertes..... 136
X A.	Fabrication des meules: vue d'ensemble du classement des meules et de l'inspection..... 137
B.	Fabrication des meules: machine hydraulique pour le moulage et le pressage des meules fabriquées par le procédé élastique
XI	Une meule segmentaire de 72" sur 6"..... 138
XII A.	Meule à défibrage artificielle montrant la construction par segments..... 139
B.	Une meule à défibrage de 62" sur 54" finie..... 139
XIII A.	Machine à rectifier sans centre..... 140
B.	Machine à affûter les scies à ruban ou à "échancrer" les dents.. 140
XIV	Fabrication du papier abrasif:
A.	La machine de fabrication..... 141
B.	Séchage du papier après l'encollage..... 141
XV	Formes moulées de papier ou toile de siliciure de carbone pour le polissage des talons..... 142
XVI	Divers modèles de meules flexibles..... 143
XVII	Bonne disposition d'une salle de montage des meules flexibles.. 144
XVIII	Meulage et polissage des lentilles:
A.	Préparation et achromatisation des lentilles..... 145
B. et C.	Machine à polir les lentilles en opération, montrant le meulage concave et convexe..... 145
XIX	Microphotographies de grains abrasifs:..... 146
A.	Alumine fondue régulière.
B.	Alumine fondue spéciale.
C.	Siliciure de carbone.
D.	Corindon naturel.
E.	Emeri naturel américain.
F.	Grenat naturel

Dessins

	PAGES
Figure 1. Coupe du premier four à carborundum Acheson.....	4
2. Coupe d'un four à siliciure de carbone avant et après l'opération.....	10
3. Schéma d'une installation mixte pour le nettoyage et la préparation du siliciure de carbone.....	12
4. Plan et coupe du four à alumine Jacobs.....	20
5. Coupe du four à alumine Haaslacher.....	22
6. Coupe du four à alumine Higgins, à refroidissement d'eau.....	25
7. Coupe du four à alumine Otis Hutchins, à refroidissement d'eau.....	26
8. Schéma d'une installation mixte pour le nettoyage et la préparation de l'alumine.....	37
9. Types de meules standard.....	65
10. Diagramme illustrant l'utilisation progressive des papiers abrasifs.....	77
11. Diagramme d'une installation pour la fabrication des toiles et des papiers abrasifs.....	80
12. Tableau comparatif de l'ancienne et de la nouvelle classification des grains abrasifs.....	86
13. Profil d'une meule flexible comprimée.....	90
14. Aménagement type d'un atelier de polissage, d'encollage et de revêtement.....	94

INTRODUCTION

L'importance grandissante de l'industrie des abrasifs a suscité dans le public un désir légitime de se renseigner sur cette question. En conséquence, les demandes de renseignements se sont faites si nombreuses sur les usages, les sources, la préparation et les marchés des substances et minéraux connus sous le nom d'abrasifs, que l'auteur a publié sur ce sujet un ouvrage divisé en quatre parties:

Partie I. Abrasifs siliceux: Grès, Tripoli, Quartz, Ponce et Pousière volcanique.

II. Corindon et Diamant.

III. Grenat.

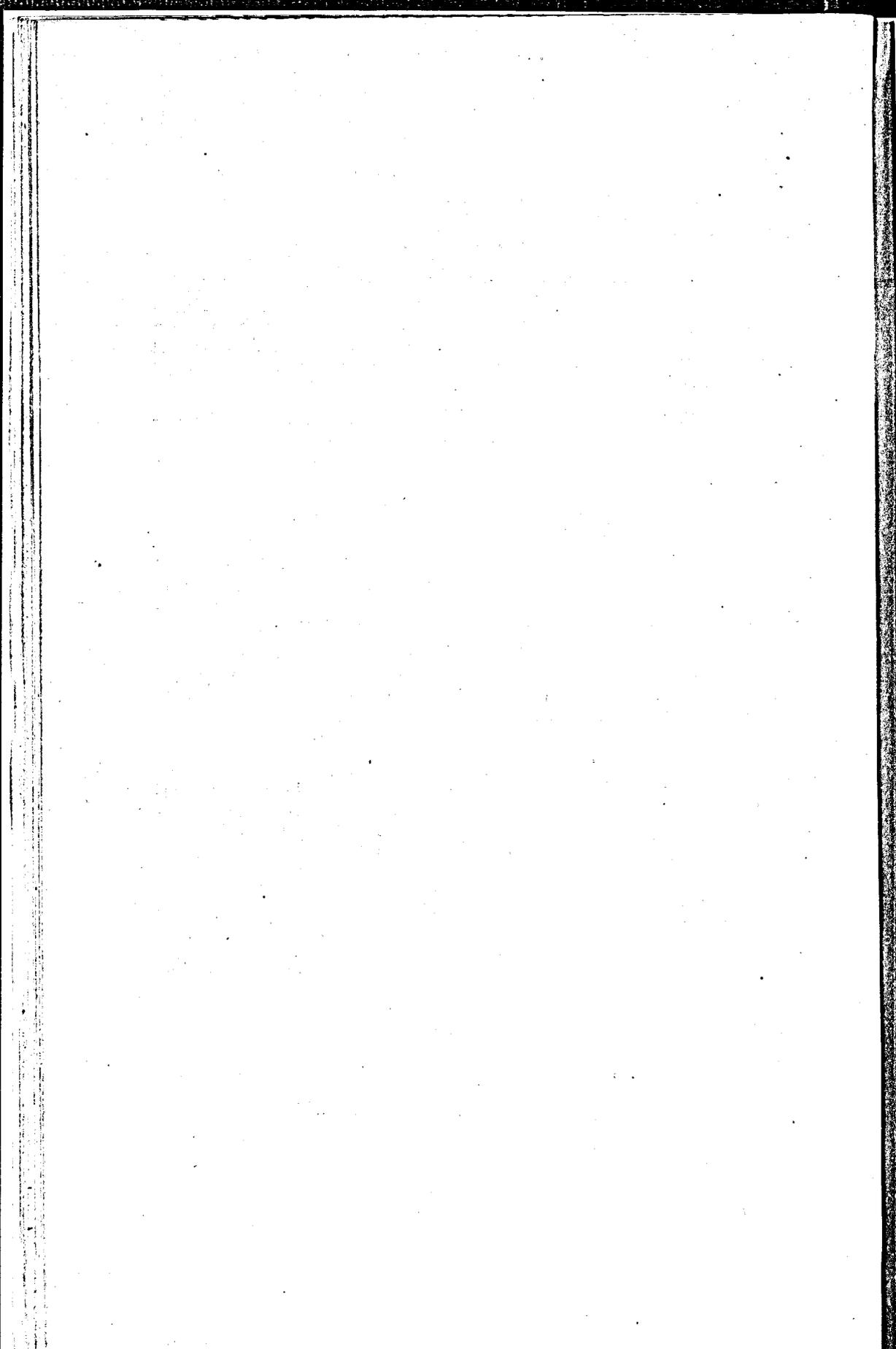
IV. Abrasifs artificiels, Produits abrasifs et Usages.

Le volume sur les abrasifs siliceux contient une introduction couvrant tous les aspects de cette étude et un tableau des divers abrasifs naturels et de leurs principaux usages, ainsi qu'un tableau des chiffres de la production des abrasifs naturels pour les différents pays, de 1913 à 1923.

Les rapports publiés jusqu'ici par le fédéral et les gouvernements provinciaux sur les abrasifs ont porté surtout sur la statistique. De 1924 à 1927, l'auteur a visité les principales fabriques d'abrasifs et de meules du Canada et des Etats-Unis, ainsi que plusieurs usines où ils sont intensivement utilisés.

Des remerciements s'adressent en particulier à M. L.-E. Saunders, de la Norton Company, pour sa précieuse collaboration et le prêt de nombreux clichés reproduits dans ce rapport; à M. F.-J. Tone, de la Carborundum Company, pour les renseignements fournis à l'auteur de vive voix ou par correspondance; aux propriétaires des nombreux établissements visités dont plusieurs ont gracieusement mis des photographies à sa disposition et aux autres personnes qui se sont dévouées pour répondre aux nombreuses demandes de renseignements qui leur ont été adressées.

L'auteur tient à mentionner de façon toute spéciale la revue "Abrasive Industry" qui lui a fourni, ainsi que son éditeur, M. F.-B. Jacobs, une foule de renseignements.



PARTIE IV

ABRASIFS ARTIFICIELS

Le terme "abrasifs artificiels" n'est pas rigoureusement exact, et, pour le non initié, il peut induire en erreur. C'est pourquoi le terme "abrasifs manufacturés" se généralise de plus en plus. Toutefois, comme ces corps sont encore universellement connus aujourd'hui sous le nom d'abrasifs artificiels, cette expression a été conservée dans ce rapport.

Les abrasifs artificiels sont: le siliciure de carbone, découvert en 1891, la substance la plus dure après le diamant; l'oxyde cristallin d'aluminium, connu sous le nom d'alumine fondue ou abrasif alumineux, un peu plus tendre que le siliciure de carbone et mis pour la première fois dans le commerce sous forme d'abrasif en 1900; les abrasifs métalliques, sous forme de grenailles et de globules d'acier; enfin, la laine métallique.

La principale différence entre les deux premiers est la plus grande friabilité du siliciure de carbone. Il est donc utilisé surtout pour l'usinage des métaux de faible résistance à la traction et de la plupart des minéraux non-métalliques, tandis que l'alumine fondue est l'abrasif ordinaire pour les aciers et toutes les matières de grande résistance à la traction.

Ces abrasifs et leurs produits sont décrits dans les pages qui suivent:

SILICIURE DE CARBONE

Le siliciure de carbone, un monocarbure de silicium (SiC), est, après le diamant, le plus dur corps connu. Il est plus dur que le corindon, mais beaucoup plus friable.

Le siliciure de carbone n'existe pas à l'état natif, bien qu'on en ait trouvé plusieurs fois dans des météorites. Un exemple célèbre est le météorite de Canyon Diablo (Arizona), contenant plus de 90 pour cent de fer, dans lequel Moissan, Kunz et Huntington ont identifié une quantité considérable de siliciure de carbone sous forme de cristaux verdâtres. Ces cristaux furent isolés pour la première fois par Moissan, en 1904, et sont connus sous le nom de *moissanite*.

Il y a deux types de siliciure de carbone—cristallin et amorphe. En chauffant un mélange de silice et de carbone dans un four électrique, la silice commence à se combiner avec le carbone vers 1460°C., en donnant du siliciure de carbone amorphe de couleur verdâtre et des oxycarbures de silicium. Ce mélange constitue le Siloxicon du commerce. Le carbure cristallin se forme d'abord à environ 1840°C., mais à 2200°C., il se décompose en silicium volatil et en carbone solide, amorphe et d'aspect graphiteux. Le siliciure cristallin constitue un abrasif de haute qualité, mais le carbure amorphe, utilisé comme matériau réfractaire, ne possède aucune propriété abrasive et ne sera pas décrit en détail dans ce rapport. A moins d'indication contraire, par le terme "siliciure de carbone" ou "carbure de silicium", il faut entendre le type cristallin.

PROPRIÉTÉS

Propriétés chimiques

Composition

Le siliciure de carbone chimiquement pur se compose de 70.29 pour cent de silicium et de 29.71 pour cent de carbone. Le carbure industriel contient ordinairement un peu de fer, d'aluminium, de calcium et de magnésium, mais moins de 1 pour cent. Le carbure amorphe du commerce renferme environ 5 pour cent de fer et d'aluminium en plus des impuretés.

Solubilité

Le carbure de silicium est indifférent aux acides, même à l'acide fluorhydrique, pur ou mêlé à l'acide nitrique. Il est légèrement attaqué par le chlore à 600°C., et complètement à 1200°C., mais il est inerte aux vapeurs de soufre. Au delà de 2000°C., un mélange intime de silice en poudre et de carbure de silicium se transforme en silicium et en protoxyde de silicium. Il est attaqué lentement, mais partiellement, par un mélange de chaux et de magnésie à 1000°C. Les silicates de calcium et de magnésium agissent de la même manière. Au rouge sombre, il est attaqué par la soude fondue ou la potasse, en présence de fondants basiques. Le siliciure de sodium l'attaque à 1300°C. et le détruit rapidement en présence de gaz oxydants.

Action de la chaleur

Dans un courant d'oxygène le carbure de silicium se transforme en graphite à 2200°C. Jusqu'à 1350°C., l'oxydation n'est que superficielle, mais à 1500°C., elle devient plus marquée et détermine la formation d'une pellicule transparente de silice fondue. Cette couche retarde un peu l'action de la chaleur jusqu'à 1750°C., alors que la silice se liquéfie et l'action oxydante devient plus rapide. En milieu réducteur le siliciure de carbone reste à peu près indifférent.

Composés

Le carbure de silicium se combine avec plusieurs protoxydes métalliques en formant un alliage de silicium avec le métal, avec libération d'oxyde de carbone; à 800°C., il se combine avec l'oxyde de cuivre, et entre 1350° et 1370°C., avec les protoxydes de fer, de nickel, de manganèse, de chrome et autres. La teneur en carbone des alliages ainsi obtenus est très faible. On obtient une combinaison analogue avec les oxydes plus élevés en présence d'une substance carbonatée.

Propriétés physiques

Cristallographie

Le siliciure de carbone du commerce se présente d'ordinaire sous forme de cristaux très minces ou d'aiguilles, avec arêtes très vives causées par la cassure de cristaux plus réguliers. Les cristaux ordinaires ont l'apparence de lamelles hexagonales, parfois assez épaisses, et présentant des stries

parallèles causées par les arêtes de cristaux aplatis, de taille décroissante, réunis en superposition. Ils affectent souvent des formes en biseau dans les géodes de la masse. On trouvera un échantillon caractéristique de carbure de silicium à la planche II.

Couleur, etc.

Les cristaux de siliciure de carbone réalisés en laboratoire par la réaction de carbone pur sur le silicium sont incolores. La couleur du siliciure industriel varie de vert émeraude à gris noir foncé et même noir jais, suivant la proportion de fer et de carbone libre qu'il contient toujours comme impuretés. Une très faible quantité de l'un ou de l'autre suffit à rendre la couleur beaucoup plus foncée. Le siliciure est gris vert.

Il possède un éclat brillant et ses cristaux offrent souvent de beaux reflets irisés.

Sa densité se place entre 3.12 et 3.22; par conséquent le siliciure de carbone est l'un des plus légers des abrasifs réputés. Sa densité apparente est d'environ 1.85.

Sa dureté est de 9.5 à 9.75, et dans l'échelle de Mohs, vient entre celle du diamant (10) et celle du corindon (9); il occupe le second rang dans l'échelle de dureté de tous les corps connus, tant naturels qu'artificiels. Il raye le rubis et le saphir et produit de longues et profondes entailles dans les alliages d'acier les plus durs. Sa ténacité est faible à cause de son extrême friabilité. Cette double propriété de dureté et de fragilité en fait un abrasif précieux pour certains travaux.

La conductibilité calorifique du siliciure de carbone brut est élevée, environ 0.015 de petite calorie par seconde à 1000°C., soit à peu près la même que celle du graphite. Le carbure se met rapidement en équilibre avec le milieu ambiant et peut résister à des changements de température extrêmes et subits sans se fendiller ni se briser. Il est bon conducteur de l'électricité, sa conductibilité augmentant rapidement avec l'élévation de la température. Sa résistivité électrique est de 50 mégohms par centimètre cube à 25°C., 14.5 à 600°C., et 0.65 à 1400°C. Ce sont ces propriétés qui lui ont valu ses applications industrielles.

Le siliciure de carbone n'a pas de point de fusion, mais il se décompose brusquement en ses deux éléments constitutifs à la température de 2200°C.

Son coefficient de dilatation linéaire diminue avec l'élévation de la température et varie de 6.58×10^{-6} , à 100°C., à 2.98×10^{-6} , à 900°C.

Sa chaleur spécifique est de 0.140 à 0°C., 0.261 à 300°C., 0.275 à 600°C. et 0.285 à 900°C.

Son indice de réfraction est d'environ 2.74.

HISTORIQUE

Découverte et premiers essais

C'est au Dr E.-G. Acheson que revient le mérite d'avoir découvert le siliciure de carbone cristallin, bien que son existence eût déjà été signalée dix ans auparavant. Au printemps de 1891, alors qu'il dirigeait des recherches sur la fabrication du diamant et d'abrasifs durs à Monongahela (Pennsylvanie occidentale), il remarqua quelques menus cristaux brillants adhé-

rant aux électrodes de son petit four électrique. Quelques simples essais démontrèrent que ce n'était pas des diamants synthétiques, mais un corps qui, par sa dureté, venait immédiatement après le diamant. Le four dans lequel fut exécuté cet essai consistait en une simple marmite en fer garnie de carbone graphitique, formant ainsi un creuset. L'électrode était une tige de carbone graphitique qui pouvait être élevée ou abaissée dans la marmite, de manière à permettre l'ajustement de l'arc électrique. Le mélange consistait d'argile et de carbone.

Ayant en vue d'obtenir un plus grand nombre de ces cristaux, Acheson imagina un four rectangulaire, plus grand et plus résistant, avec électrodes ajustables à chaque extrémité. Il utilisa un courant alternatif d'une intensité de 100 à 200 ampères et d'une force électromotrice de 50 volts.

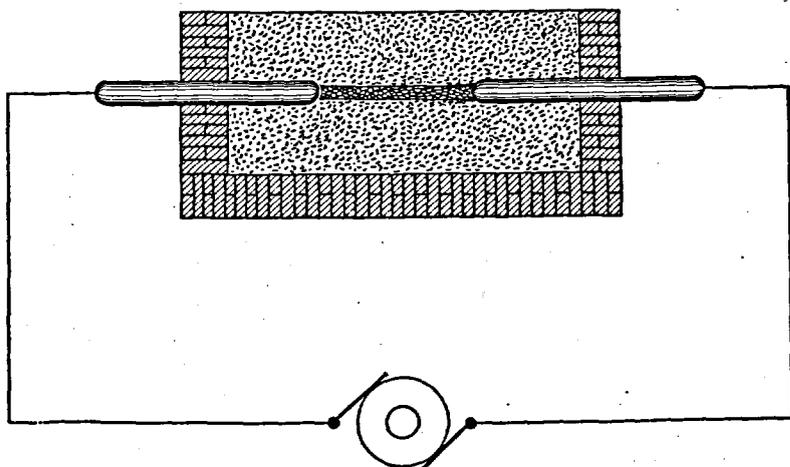


Figure 1. Coupe du premier four à carborundum Acheson.

Comme les matières premières utilisées étaient en grande partie du silicate d'alumine (argile) et du charbon, Acheson crut que le nouveau composé contenait du carbone et de l'alumine et le nomma "carborundum", mot formé de "carbone" et "corindon" (alumine naturelle cristallisée). Bien que ce composé soit encore universellement connu sous ce nom, la désignation en est cependant inexacte, car Acheson, l'ayant fait analyser, apprit sa véritable composition et connut ainsi le rôle important que jouait la silice dans sa formation. Il fit, par conséquent, de nouveaux essais et remplaça l'argile par de la silice. Il modifia également le principe de son four, utilisant la résistance au lieu de l'arc, en remplaçant les électrodes mobiles par un seul cylindre en charbon de cornue, et plus tard par un noyau en graphite qui passait à travers le mélange et amenait le courant.

Dans son brevet (E.U., Brev. 492767, 28 fév. 1893, déposé en mai 1892), Acheson décrit cette méthode et fait mention d'addition de sel comme fondant et pour faciliter le passage du courant au moyen d'un noyau de graphite entre les électrodes. Un croquis du four décrit dans le brevet mentionné plus haut est donné dans la figure 1.

Les résultats réalisés avec ce type de four et ce mélange furent tellement supérieurs à ceux qui avaient été obtenus antérieurement que, sauf avec quelques modifications de détail, le même procédé est encore utilisé aujourd'hui pour la fabrication industrielle du silicium de carbone.

Avant les expériences d'Acheson, Marsden, en 1880, avait signalé la présence de cristaux jaune pâle en étudiant la solubilité de la silice dans l'argent fondu, en se servant d'un creuset doublé en charbon. Deux ans plus tard, le 16 mai 1882,¹ A. Colson présenta une communication à l'Académie des Sciences sur un nouveau composé de silicium et de carbone, de formation SiC^2 . Au cours de la même année où Acheson faisait sa découverte, Moissan, en reprenant les expériences de Marsden, démontra que ces cristaux jaunes étaient du silicium de carbone. Vers la même époque, Moissan obtenait aussi une couche de fines aiguilles de cristaux de carbure de silicium par l'union directe de carbone et de vapeurs de silicium. Au cours de plusieurs autres expériences, Moissan constata la présence de ce carbure en petite quantité. Quoique les découvertes de Marsden et de Moissan aient peut-être été un peu antérieures à celle du savant américain, ils ne publièrent leurs travaux qu'après le compte rendu des expériences d'Acheson. En tout cas, la réalisation industrielle du silicium de carbone cristallin est entièrement l'œuvre de ce dernier.

En 1892, du silicium de carbone amorphe fut produit en France par Schutzenberger,² en chauffant un mélange de silicium cristallisé et de silice dans un triple creuset, dont les espaces intermédiaires étaient remplis de noir de fumée. Le creuset intérieur était en carbone de cornue. Le carbure de silicium amorphe fut formé par l'action réductrice du silicium sur le monoxyde de carbone à une température très élevée.

Historique de l'industrie en Amérique

En 1891, E.-G. Acheson, ayant recueilli assez de cristaux de sa première expérience pour remplir une petite fiole, persuada quelques bijoutiers de New-York d'essayer cette substance réduite en poudre, comme substitut de l'égrisée pour le polissage des pierres précieuses. Les résultats furent si satisfaisants qu'on lui confia une première commande au prix de 40 cents le carat ou \$880 la livre. La Carborundum Company obtint sa charte le 28 septembre 1891 et commença ses opérations à Monongahela (Pennsylvanie) le mois suivant.³ Le perfectionnement des procédés de fabrication augmenta le rendement, ce qui permit de réduire le coût de moitié et d'étendre le marché pour l'écoulement du rendement quotidien de 4 onces. Ce carborundum fut trouvé de beaucoup supérieur à l'émeri pour le rodage des soupapes et il s'en fit une demande considérable au prix de \$10 la livre. Les

¹ Comptes rendus, vol. CXIV, p. 1089 (1892).

² Comptes rendus, vol. CXIV, p. 1089 (1892).

³ Brochure de la Carborundum Company.

bijoutiers cessèrent naturellement d'acheter le premier produit, d'un prix élevé, vu qu'ils eurent tôt constaté qu'ils pouvaient obtenir d'aussi bons résultats en broyant de nouveau le corps utilisé pour le rodage des soupapes. Ce nouvel usage épuisa rapidement l'approvisionnement de carborundum et il devint nécessaire d'agrandir l'usine, avec ce résultat que 920 livres furent produites au cours des 15 premiers mois, mais 54 seulement furent vendues. L'année suivante la compagnie produisit 45 tonnes de carborundum, mais ne vendit qu'environ la moitié de ce rendement. En 1893, elle commença à fabriquer de petites meules et des pointes pour travaux dentaires, qui obtinrent un grand succès, et, plus tard, de petites meules vitrifiées pour le meulage en général.

Avec très peu d'espoir de réussite, mais d'une ténacité à toute épreuve, la compagnie commença en 1895 la construction d'une usine à Niagara-Falls et fut la première firme à passer un contrat avec la Niagara Falls Power Company (laquelle achevait la construction de son premier tunnel) pour 1,000 HP, qui lui permettraient de produire 900 tonnes de carborundum annuellement. Cette usine fut terminée en 1896 et se composait de la chambre des fours, de l'atelier de broyage et de classement et d'un atelier pour la fabrication des meules. A cette époque l'émeri était le principal abrasif dur et se vendait beaucoup moins cher que de nos jours. Les usiniers déjà engagés dans la fabrication ordinaire furent lents à adopter un matériau entièrement nouveau dont les propriétés prétendues si merveilleuses les laissaient un peu sceptiques. Toutefois, la supériorité manifeste du carborundum sur l'émeri finit par s'affirmer et à compenser la différence du prix, de sorte qu'en 1898, les premiers 1,000 HP étaient absorbés et un contrat signé pour une autre alimentation de 1,000 HP qui furent aussitôt mis en œuvre. La Carborundum Company installa alors une petite usine auxiliaire à Niagara-Falls (Ontario), dont le but était surtout, au début, de maintenir la validité des brevets canadiens.

Les premiers brevets ont depuis longtemps expiré et le silicure de carbone, sous plusieurs marques de commerce, est fabriqué en Amérique par quatre compagnies possédant six usines (dont trois au Canada), d'un rendement total annuel de plus de vingt-cinq mille tonnes. Le prix, qui était de \$880 la livre en 1891, est maintenant de 12 cents.

Historique de l'industrie en Europe

En octobre 1893, deux ingénieurs français, L. Peresse et le Baron R. de Batz, introduisirent cet abrasif en France, et l'année suivante une fabrique fut construite à La Bathie, près d'Albertville, en Savoie. En 1900, du carbure de silicium fut manufacturé par la Compagnie internationale du Carborundum à Dresden (Allemagne) et à Alt Benetek (Autriche).

En Europe, le silicure de carbone est actuellement manufacturé à cinq usines, une dans chacun des pays suivants: Allemagne, France, Norvège, Suisse et Tchécoslovaquie.

FABRICATION DU SILICIURE DE CARBONE

Procédés canadiens et américains

On trouvera ci-après une courte description de la fabrication du siliciure de carbone:—

Les principaux ingrédients sont le coke broyé et le sable pur mêlés avec un peu de sciure de bois et de sel marin. Le mélange est chargé dans un four électrique rectangulaire et soumis à une température très élevée pendant 36 heures. Après refroidissement, les côtés du four sont abaissés et la croûte extérieure de la masse fondue est enlevée, laissant un amas de cristaux de siliciure de carbone faiblement unis. Les cristaux sont brisés, pulvérisés, lavés à l'eau avec des composés chimiques et classés suivant le numéro du grain requis dans l'industrie. Comme les brevets fondamentaux couvrant les procédés de fabrication mentionnés plus haut sont expirés, le siliciure de carbone fabriqué par les diverses compagnies est exactement le même, sauf en quelques petits détails. On trouvera plus loin une description détaillée du procédé et l'exposé du principe de la réaction.

Four

Le four électrique se compose d'une grande auge en forme d'U, en brique réfractaire, supportée par des piliers en brique de façon que le fond du four est refroidi par l'air qui circule en dessous. Les parois sont en sections amovibles de brique réfractaire et le sommet est découvert. La dimension du four varie avec les usines et va de 6 à 10 pieds de largeur sur 6 pieds de hauteur et 25 à 50 pieds de longueur. Les extrémités de l'auge reposent sur des piliers renforcés dans lesquelles pénètrent les tiges de carbone refroidies à l'eau qui forment les électrodes et auxquels le courant est amené par des câbles de grande section. Une reproduction du four est donnée à la planche V. Le premier four fabriqué il y a 30 ans n'a subi que de légères modifications, entre autres le perfectionnement du système de refroidissement à l'eau, la substitution des parois amovibles pour des parois fixes en briques et des changements dans le nombre des électrodes.

Charge et rôle des divers ingrédients

Le coke utilisé est ordinairement du coke de pétrole de haute qualité laissant peu de cendres. On utilise parfois du coke de bitume, mais le carbure obtenu avec celui-ci n'est pas aussi pur et doit être utilisé comme abrasif de qualité secondaire dans les meules agglomérées au silicate ou au caoutchouc. Le coke brut est séché, pulvérisé et conservé dans des trémies.

Le sable est du sable quartzeux pur et fin, exempt de fer, qui provient en grande partie de l'Illinois, bien qu'on obtienne aussi du sable pur d'autre provenance. Quelques-unes des usines canadiennes utilisent le sable de la carrière de grès, à St-Camut (Québec).

La sciure de bois doit être grossière et granuleuse, de préférence de la sciure de bois dur. Son rôle principal est de rendre la masse poreuse et permettre l'échappement lent des gaz. C'est cette grande porosité et cette structure squelettique du carbure fini qui le rend si facile à briser. Sans la sciure de bois, la charge formerait une masse compacte sans cristaux à

arêtes vives. De plus, si l'on ne pourvoyait pas au dégagement des gaz accumulés, le danger d'explosion de la masse serait très grand.

Le sel pulvérisé provient de la source d'approvisionnement la plus rapprochée, surtout du district de Windsor, dans le sud d'Ontario. Le sel réagit sur le fer et les oxydes en formant des chlorures volatils qui s'échappent dans l'atmosphère. On ajoute ordinairement du sel marin, mais ceci n'est pas nécessaire si l'on utilise des ingrédients très purs et du coke de pétrole de haute qualité.

Tous les ingrédients précités sont emmagasinés séparément dans de grands caissons d'où ils sont transportés mécaniquement à des trémies au-dessus des bascules, d'où ils sont culbutés, en proportions données, et transportés à des malaxeurs rotatifs. Les pourcentages approximatifs, en poids, sont les suivants: sable, 53; coke, 28; sel, 1½ et sciure de bois, 7½. Ces proportions varient, toutefois, suivant la conception du fabricant et sont régies par les conditions de température, le degré de pureté des ingrédients et le type de siliciure de carbone qu'on désire obtenir. Le mélange est ensuite amené à la salle des fours par un transporteur aérien.

Chargement du four

Au moyen de bennes à bascules, solidaires d'un transporteur aérien (voir planche I), une partie de la charge est épanchée dans le fond de l'auge du four jusqu'au niveau des électrodes, en ayant soin de ménager une petite rigole au centre sur toute la longueur. Cette rigole est ensuite remplie d'un noyau graphititique (obtenu d'une fournée précédente), et de coke granulé qui forment une âme conductrice entre les électrodes par lesquelles coule le courant. Une couche de coke finement pulvérisé ou de graphite est placée tout près des électrodes dont les extrémités qui pénètrent dans le mélange sont protégées par de minces plaques de fer faciles à enlever. A cause de la grande résistance offerte par le coke frais, la mise en travail exige une température très élevée. La forme de cette âme conductrice centrale est donc d'une grande importance. Généralement elle a la forme d'un rectangle de 2 à 3 pieds de largeur, sur 12 à 18 pouces d'épaisseur. L'action de la chaleur sur ce noyau sera décrite plus loin. Le reste du mélange est alors chargé jusqu'au sommet du four et foulé à la main autour et au-dessus de l'âme en forme d'un dos d'âne vers le centre. La planche V reproduit un four chargé prêt à être mis en marche. On obtient un produit plus uniforme en ajoutant une plus grande proportion de silice au mélange en dessous du noyau, car, au cours de l'opération, la proportion de silice par rapport au carbone augmente dans la partie supérieure de la charge. Cette propriété a été brevetée par Otis Hutchins (E.-U. Brev. 133135, 17 fév. 1920), pour le compte de la Carborundum Company. Le poids total de la charge dans un four moderne est d'environ 35 tonnes, y compris le noyau.

Les fours sont ordinairement mis en marche par groupes de quatre, d'après le cycle suivant: chargement, marche, refroidissement et déchargement. Quelques usiniers mettent les fours en marche par groupes de six, ayant en plus un four de rechange et un four vide prêt au chargement. En Amérique chaque usine possède de quatre à cinq groupes, de sorte qu'un

four par groupe produit continuellement. Ces derniers sont reproduits à la planche I.

Action du courant

Le courant est réduit par étapes à partir du primaire et réglé au moyen d'un rhéostat qui permet de faire osciller la tension entre 100 et 350 volts. La consommation d'électricité par four paraît varier légèrement dans les diverses usines. La tension initiale est ordinairement d'environ 300 volts et décroît jusqu'à un écoulement continu de 200 volts. Les fours de grande puissance travaillent chacun à la tension de 6,000 à 7,000 ampères et 1,500 kw-h., avec un total de 40,000 à 50,000 kw-h., pour une marche moyenne de 36 heures.

Après une marche d'environ 4 heures, le four atteint une température maximum d'environ 4200° F. (2200°C.) et le courant demeure constant à la tension de 115 à 125 volts et 6,000 ampères. A cette phase la sciure de bois est consumée et l'on voit apparaître de petites flammes bleues d'oxyde de carbone se dégageant par toutes les fissures du four ainsi qu'au sommet. Ce phénomène provient de la réduction de la silice par une partie du coke d'après la réaction:



Le siliciure de carbone se forme presque au même moment. Le silicium se combine avec l'excès de carbone et le siliciure se forme à partir du centre de la masse vers la périphérie ($\text{Si} + \text{C} = \text{SiC}$).

L'oxyde de carbone n'est pas récupéré en sous-produit parce que la combustion du gaz à la périphérie joue un rôle important en diminuant le degré de température et empêche la perte de la chaleur interne vers l'extérieur et conserve incidemment un peu d'énergie électrique.

Après 5 ou 6 heures le mélange se contracte et se fendille et des nappes de flammes apparaissent, colorées en jaune par le sel. Elles sont accompagnées de vapeurs blanches dues à la vapeur de silicium et aux cendres fines de coke. A cette phase on recouvre souvent le sommet d'une autre quantité de mélange pour maintenir le poids et conserver la chaleur. Après 36 heures, le courant est rompu et les câbles sont reliés au four suivant (préablement chargé), qui est alors mis en marche.

Produits du four

On laisse refroidir le four pendant 36 ou 48 heures, puis on enlève les parois par sections. La masse se compose de plusieurs zones concentriques ou couches de produits de nature différente. La zone périphérique connue sous le nom de "croûte du four", plus ou moins fondue avec le sel et des impuretés, est rejetée. Vient ensuite le "vieux mélange" formé par la réunion de la partie de la charge non transformée et de la matière fondue qui n'a pas ou presque pas réagi. Ce produit est retiré, mêlé à la nouvelle charge et utilisé de nouveau, sauf les parties contenant trop d'impuretés qui sont jetées aux rebus. La zone suivante, ou "sable réfractaire", de 2 à 4 pouces d'épaisseur, se compose de 70 à 75 pour cent de siliciure de carbone

amorphe gris vert (formé entre 1550° et 1820°C.), et d'une faible proportion d'oxycarbures de silicium, appelés "Siloxicon". Pendant plusieurs années on a cru que ce "sable réfractaire" n'avait aucune valeur commerciale, mais depuis qu'on a constaté qu'il possédait une grande puissance réfractaire, on le récupère comme un sous-produit précieux pour la fabrication des matériaux réfractaires. Entre la masse supérieure et la masse poreuse sous-jacente de cristaux de siliciure de carbone qui se touchent à peine, il existe une ligne de séparation bien marquée. La partie externe de cette masse est formée de magnifiques cristaux aciculaires irisés, de teinte vert pâle à bleu noir foncé. Plus près du centre cette teinte passe au gris noir et les cristaux perdent leur forme effilée et leurs arêtes vives. Cette zone a de 10 à 14 pouces d'épaisseur et contient environ 80 pour cent de siliciure de carbone, 10 pour cent de charbon et 10 pour cent de silice inerte. Le tonnage du produit de cette nature est de 4 à 6 tonnes, suivant la puissance du four. Enfin, on trouve un noyau central entièrement transformé en graphite amorphe. La périphérie de ce noyau est pseudomorphe du siliciure cristallin, c'est-à-dire que, bien qu'amorphe, elle affecte le contour cristallin du siliciure et prend généralement le nom "squelettes graphitiques". Si la température et la marche de l'opération ont été rigoureusement réglées, le volume du premier noyau demeure constant et il existe une ligne de démarcation bien nette entre le noyau graphitique et le siliciure de carbone qui l'entoure. La température de formation du siliciure de carbone est entre 1820° et 2200°C. A des températures plus élevées il se transforme en graphite, de sorte que cette dernière température doit être confinée au noyau, sans quoi le siliciure utile se transforme en graphite.

On trouvera à la figure 2 une coupe de la masse après l'opération.

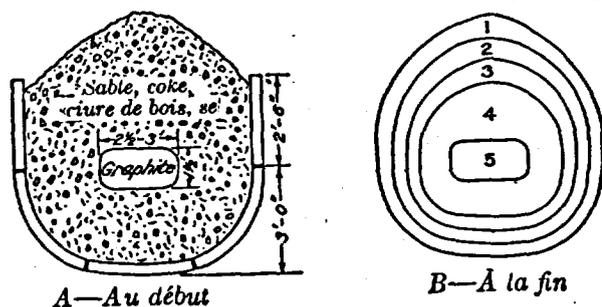


Figure 2. Coupe d'un four à siliciure de carbone avant et après l'opération: 1, croûte du four, formée d'impureté; 2, vieux mélange (repris); 3, sable réfractaire (2" — 4", 75% SiC); 4, SiC pure (10" — 14"); 5, noyau-résistance en graphite (intact).

Siliciure de carbone spécial

On connaît très peu de procédés par lesquels il soit possible de varier la puissance de coupe du siliciure de carbone. Il diffère sous ce rapport de l'alumine dont la puissance de coupe peut être modifiée de plusieurs manières. Les propriétés de coupe du carbure fabriqué à partir de matières pures sont légèrement différentes, par exemple, pour le produit vert, presque transparent, utilisé en art dentaire. On a lancé récemment dans le commerce un siliciure de carbone noir de jais utilisé dans la fabrication des toiles et

papiers abrasifs. Toutefois, il n'existe aucune différence réelle entre ses qualités abrasives et celles du carbure ordinaire, mais il lui est parfois préféré à cause de la belle coloration qu'il donne aux toiles et aux papiers.

Quelques brevets pour la fabrication de divers types de siliciure de carbone furent pris il y a environ 20 ans par F.-J. Tone, pour la Carborundum Company. L'un d'eux porte sur un procédé de retraitement qui consiste à enchasser le siliciure poreux dans une couche de silice et de carbone et à chauffer ensuite à la température de formation du siliciure de carbone dans le four ordinaire. Les vapeurs de silicium et de carbone se forment au-dessus et à l'intérieur de la masse de cristaux de siliciure et les rendent compacts. On croit que le silicium possède la propriété de réduire l'oxyde de carbone à certaines températures élevées, immédiatement inférieures au point de dissociation du siliciure et que le siliciure ainsi formé vient se déposer dans les pores de la masse de cristaux qu'il rend compacte. (E.-U., Brev. 913324, 23 fév. 1909, F.-J. Tone, Carborundum Company).

Du siliciure sensiblement identique à celui qui vient d'être décrit était produit à une époque à La Bathie (France). Le procédé consistait à reprendre le siliciure de carbone amorphe impur ou le sable réfractaire obtenu en sous-produit de l'opération principale. Ce produit était chauffé dans un four électrique durant 16 à 18 heures, à une température plus élevée que celle de sa formation et, dans ces conditions, le Siloxicon (oxycarbure de silicium), qui est toujours présent est réduit, et le sel et les autres impuretés se volatilisent. Le produit se purifie alors et cristallise. Bien que poreux, il est cependant plus compact que le siliciure ordinaire.

Du siliciure de carbone compact fut aussi fabriqué en Allemagne, mais par un procédé tout à fait différent. Les formes requises—meules, briques, blocs, etc.—étaient moulées ou taillées en graphite ou en carbone très pur, puis soumises à l'action de la vapeur de silicium à une température très élevée, afin de les imprégner de silicium. L'union directe du silicium et du carbone ainsi effectuée à l'intérieur des presses transforme les moulages de charbon en siliciure de carbone massif. On a constaté, cependant, que le produit se désagrègeait sous pression. Il n'est donc pas beaucoup utilisé comme abrasif, mais surtout dans les piles électrolytiques et pour condenser les vapeurs acides.

Le siliciure de carbone grenu ou pulvérulent est mêlé à un agglomérant temporaire, tel que la colle forte, moulé suivant la forme désirée et traité dans un four électrique à la température de formation du siliciure. Il cristallise en une masse compacte et dure de même volume après le traitement qu'avant. Les formes sont utilisées dans la fabrication des briques réfractaires, creusets, blocs abrasifs, etc. (E.-U., Brev. 650234, mai 1900, F.-A.-J. Fitzgerald).

PRÉPARATION ET CLASSEMENT DU SILICIURE DE CARBONE

Préparation

Les fragments de siliciure brut sont broyés dans une cuve de broyage d'environ 7 pieds de diamètre, munie de deux lourds patins d'environ 3 tonnes chacun, avec bandages en fonte trempée. Ces patins tournent en

même temps que la cuve tourne en dessous d'eux; les morceaux sont amenés sous les patins par des chicanes (planche VIA). Le broyage d'environ 800 livres de grains exige à peu près une heure. Le produit est ensuite chargé à la pelle sur un transporteur à courroie qui l'amène à des caissons d'emmagasinage. De ces caissons la matière broyée passe à travers un crible à secousses de 8 mailles sur 10. Les refus sont repris dans un broyeur à boulets et retournés, et les criblés s'en vont à des cuves à précipitation, doublées en plomb avec bouchons de vidange au fond.

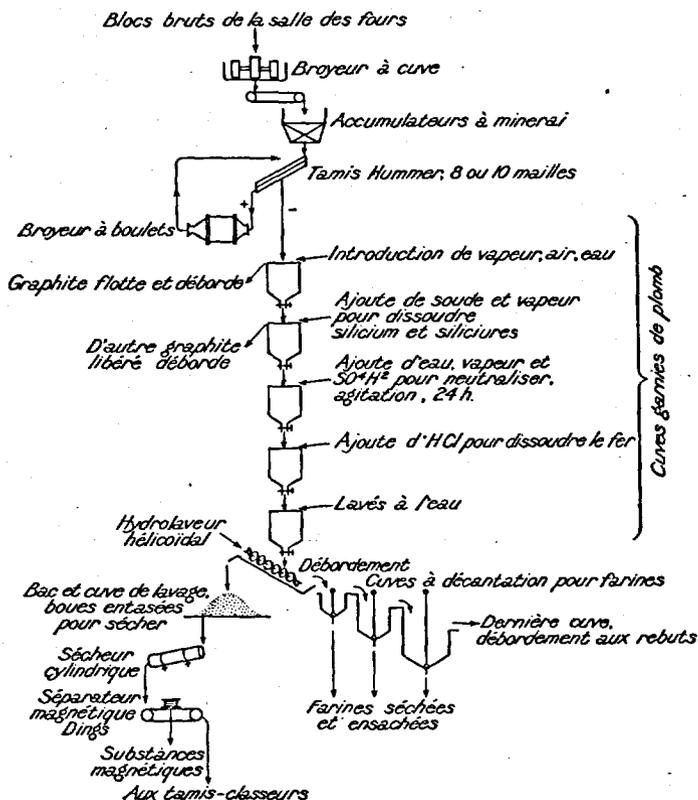


Figure 3. Schéma d'une installation mixte pour le nettoyage et la préparation du silicure de carbone.

Dans la première cuve l'abrasif est lavé à la vapeur et à l'eau alors que la majeure partie du graphite déborde à la surface. On ajoute ensuite de la soude caustique qui dissout le silicium et les siliciures présents. Pendant cette opération le graphite emprisonné dans les lamelles de silicure de carbone est libéré et déborde lui aussi. La boue, après s'être déposée, est entraînée dans une seconde cuve, lavée à la vapeur et à l'eau, neutralisée avec de l'acide sulfurique et agitée durant 24 heures. L'acide chlorhydrique est alors ajouté pour dissoudre le fer, puis le résidu est lavé à fond jusqu'à ce que toute trace de fer ait disparu, après essai au ferrocyanure de potassium. Un mode de lavage consiste à faire remonter la boue dans une auge

inclinée, contre un courant d'eau de sens contraire. Les particules entraînées par l'eau vont aux cuves de repos. La boue lavée est mise à égoutter en tas, puis séchée dans des sècheurs cylindriques. Pendant qu'il est encore chaud le carbure passe sur un séparateur magnétique qui enlève le fer qui pourrait s'être introduit mécaniquement (plus particulièrement au début du broyage), après quoi il passe à l'atelier de classement où il est classé suivant les nombreux calibres exigés dans le commerce. Le trop-plein des diverses cuves et des derniers lavages est entraîné dans des rigoles vers une série de bassins de repos, ou classeurs, de dimension de plus en plus grande.

La boue déposée dans ces bassins est séchée séparément et classée en multiples de F- ou "farine", et trouve son utilisation dans le rodage des soupapes et le dressage du verre. Les trop-pleins sont laissés au repos durant un temps déterminé, ordinairement 28, 32, 40, 50 et 60 minutes et sont connus sous le nom de poudre "32 minutes" ou "60 minutes" ou 320, 500, 600, etc. (symboles de la Carborundum Company), dont le calibre est déterminé au microscope. La figure 3 représente le cycle opératoire d'une usine de nettoyage et de préparation du siliciure de carbone. Une microphotographie d'un grain de siliciure de carbone est donnée à la planche XIXC.

Classement des Abrasifs

Le "classement" d'un abrasif implique la séparation du grain suivant de nombreuses grosseurs ou "catégories", le numéro correspondant au nombre de mailles* du tamis au travers duquel ces grains peuvent passer. Il y a 21 ou 24 grosseurs, réparties comme suit: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24, 30, 36, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 150, 180, 220; également les poudres F, FF, FFF et 280 à 600.

Le grain parfaitement séché passe d'abord à travers des séparateurs. Ce sont des tamis qui divisent la matière en deux ou quatre groupes de diverses grosseurs. On emploie tantôt un seul tamis de 50 mailles, tantôt deux, de 20 et de 70 mailles. Chaque groupe est ensuite classé suivant les grandeurs indiquées plus haut. Les classeurs sont ordinairement constitués par des auges inclinées, à trépidation rapide (environ 300 secousses par minute), de 24 à 30 pieds de longueur sur 18 pouces de largeur, et divisées en 8 ou 10 sections amovibles de 3 pieds, sur chacune desquelles est tendue la toile métallique ou la claie de soie de la maille désirée (planche VIB). Les tamisés et les refus de ces séparateurs sont amenés directement au sommet de chaque classeur; les classeurs sont ordinairement disposés par paires, ceux à mailles les plus fines étant placés au sommet. Une petite caisse est attachée à la décharge de chaque classeur muni d'une ouverture dans le côté par où les grains coulent dans les barils garnis de papier. Un tamis à larges mailles placé à l'extrémité de l'auge arrête et rejette le bois et les autres matières susceptibles de se trouver dans le produit; les refus sont rebroyés et de nouveau soumis au cycle opératoire. Lorsque les grandes mailles sont en trop grand nombre ou que l'on veuille obtenir une plus grande quantité de petits grains, les gros sont broyés de nouveau par étapes dans de petits cylindres, en prenant soin de ne pas trop pousser le broyage afin d'éviter une trop grande quantité de fins qui ne sont pas vendables.

* Maille = Mesh.

Pour tous les calibres, sauf les plus gros, on emploie un tissu de blutage en soie, dont les ouvertures sont plus uniformes et ne s'obstruent pas aussi facilement que ceux de toiles métalliques. Toutefois, grâce aux perfectionnements apportés récemment à la fabrication de la toile métallique fine, on peut aujourd'hui l'utiliser davantage. Les produits de chaque tamis sont examinés constamment et leur calibre vérifié au moyen de sac à main; si l'on y trouve des refus, on change aussitôt de tamis en disposant des cadres de rechange qu'on garde toujours à la portée de la main. L'aménagement de l'atelier de classement varie avec les différentes usines. Ainsi, on exécute parfois le classement en faisant passer le grain à travers ou sur des tamis inclinés à fonds rigides, superposés en zigzag. Les tamisés sont reçus sur les plateaux et descendent par leur propre poids dans une canalisation conduisant à des barils; les refus sont dirigés vers le sommet du tamis à grandes mailles placé en dessous, et ainsi de suite, jusqu'aux tamis à très grandes mailles.

La mise en barils est tantôt effectuée au même étage que le tamisage, tantôt en dirigeant les grains de différentes grosseurs vers l'étage inférieur au moyen de canalisations. Pendant le remplissage, l'ouverture du baril doit être aussi petite que possible, et une fois rempli, il doit être immédiatement fermé et scellé avec du papier afin d'empêcher l'altération du contenu par l'air chargé de poussière ou d'huile.

Vérification

Pour certaines utilisations qui exigent un classement rigoureusement exact, par exemple, les papiers abrasifs et les meules pour travaux de précision, les numéros 60 obtenus par les méthodes décrites plus haut doivent être vérifiés ou blutés sur des tamis de soie, connus sous le nom de "claires de vérification". Ces claires présentent une plus grande surface de blutage, mais une contenance moindre que les longs tamis. Avant cette opération, les grains sont ordinairement passés sur un séparateur magnétique qui les débarrasse complètement de toute impureté métallique.

Le mode de classement qui vient d'être décrit s'applique à tous les genres d'abrasifs, corindon naturel, grenat, émeri, quartz, siliciure de carbone artificiel et alumine fondue. Les premiers, surtout le grenat, par suite du calibre ordinairement assez gros des concentrés, exigent plus de broyages intermédiaires au cours du classement. Le nombre de numéros standard est assez variable. L'alumine fondue, avec 24, est celle qui en contient le plus, à l'exception des farines et des poudres.

ANALYSE DU SILICIURE DE CARBONE

Purification du siliciure industriel

Pour les recherches de laboratoire et pour certaines analyses, il est nécessaire de purifier le siliciure industriel. Baraduc-Müller¹ propose la technique qui suit:

On éliminera le fer, l'alumine et la chaux, en traitant le carborundum cristallisé par de l'acide chlorhydrique concentré et à chaud; on lavera à l'eau bouillante et en

¹ Baraduc-Müller (L.): "Carborundum", Revue de Métallurgie, fév. 1909, p. 145.

remuant sans cesse; puis on fera agir sur lui une dissolution d'eau chaude et étendue de soude caustique; on lavera à nouveau à l'eau bouillante et on filtrera. La poudre obtenue est séchée et calcinée, selon la quantité, soit dans un moufle à une température de 1000° environ, en renouvelant fréquemment la surface de la poudre en contact avec l'air, soit dans un tube à combustion à 500° environ en présence d'un courant d'air ou d'oxygène.

Cette combustion détruit tout le carbure libre dont elle ne laisse que les cendres contenant encore un peu de silice, d'alumine, d'oxyde de fer, de magnésie et de chaux. On élimine ces derniers par un second traitement à l'acide chlorhydrique suivi d'un lavage et d'une digestion en présence d'acide fluorhydrique pur. Un lavage énergique et prolongé à l'eau distillée chaude donne finalement le carborundum cristallisé aussi pur que possible et débarrassé des éléments libres comme le fer, l'aluminium, le calcium et le magnésium, ou de leurs sels, à l'exception, toutefois, de la partie de ces éléments qui est combinée au silicium; elle se trouve, en effet, à l'état de dissolution solide ou de composés complexes au sein de la molécule de carborundum et ne peut pas toujours en être dégagée.

Analyse

Les impuretés contenues dans les parties solubles du premier et du second traitement dans la méthode décrite plus haut peuvent être calculées par les méthodes ordinaires et le pourcentage de carbone libre obtenu par calcination, recueilli et dosé.

Le silicium du siliciure pur est dosé, comme la silice, par traitement avec un mélange de carbonate et de peroxyde ou d'azotate de sodium. L'acide carbonique est dosé à l'acide chromique mêlé de sesquioxyde de bismuth dans un tube à combustion en présence d'un courant d'oxygène. Cette dernière opération est répétée afin d'assurer une oxydation complète du carbone à l'intérieur.

ALUMINE FONDUE

PROPRIÉTÉS

Propriétés physiques

Les propriétés décrites ci-après ne s'appliquent qu'aux divers abrasifs alumineux du commerce et ne comprennent ni les variétés transparentes ni les gemmes.

Cristallographie

Au cours de la fabrication il se forme parfois de petites quantités de cristaux isolés, mais il arrive souvent qu'on observe dans les géodes de la masse de petits amas de longs et ténus cristaux aciculaires. Vus sous un fort grossissement, ils paraissent être recouverts de barbes triangulaires parallèles, dues à la formation de pyramides chevauchantes qui diminuent graduellement (vers la pointe). Parfois aussi des groupes de cristaux hexagonaux ténus chevauchent les plaques triangulaires et sont disposés en gradins à l'intérieur des géodes. Le corindon naturel cristallise dans le système hexagonal, prismatique ou tabulaire.

Couleur, etc.

A l'état pur, l'alumine fondue est blanche et opaque. La teinte des variétés ordinaires d'alumine fondue du commerce varie de brun foncé à rougeâtre.

L'alumine cristalline compacte possède un *éclat* vitreux ou perlé, dont l'intensité diminue dans les variétés à menus cristaux.

Sa *densité* varie de 3.93 à 4.01, suivant la nature des impuretés qu'elle renferme. Sa densité apparente est d'environ 2.32.

Sa *dureté et sa ténacité* varient avec le genre d'abrasif. Sa dureté peut varier de 9.2 à 9.6 dans l'échelle de Mohs, mais l'alumine fondue est un peu moins dure que le siliciure de carbone. Sa ténacité est beaucoup plus grande que celle du siliciure de carbone et le degré de cette ténacité dépend en grande partie des impuretés qu'elle renferme. L'alumine pure, en effet, est plus faible que celle qui contient de 3 à 4 pour cent de fer et de titane. La plus tenace contient 2 pour cent d'oxyde de fer et 2 pour cent d'oxyde de titane.

La *conductibilité thermique* de l'alumine brute est assez faible, soit environ 0.0016 de petite calorie à 47°C., mais elle augmente avec la température jusqu'à environ 0.0083 de petite calorie à 1200°C. Elle n'est *pas aussi bonne conductrice de l'électricité* que le siliciure de carbone, sa résistance spécifique (en megohms par centimètre cube), étant d'environ 120 à 528°C., mais elle décroît rapidement avec l'élévation de la température.

Son *coefficient de dilatation linéaire* est beaucoup plus élevé que celui du siliciure de carbone à de hautes températures, puisqu'il varie d'environ 7.5×10^{-6} jusqu'à 900°C.

Sa *chaleur spécifique* semble être à peu près la même que celle du siliciure de carbone et varie de 0·183 à la température ordinaire, à 0·279 à son point de fusion.

Son *indice de réfraction*, environ 1·76, est élevé, mais moindre, cependant, que celui du siliciure de carbone.

La *double réfraction* de l'alumine est presque négative et à peu près identique à celle du quartz (0·008).

Son *module d'élasticité* est de 52,000 kilogrammes par millimètre carré, par conséquent très élevé, soit de 2·5 fois celui de l'acier et n'étant dépassé que par celui de l'iridium (52,500).

Le *polychroïsme* à la lumière ordinaire est fortement marqué. Cette propriété sert à distinguer l'alumine à grain fin du grenat et des autres minéraux non-polychroïques.

Propriétés chimiques

Composition

La composition de l'alumine industrielle dépend du procédé de fabrication. L'alumine blanche et pure se compose de plus de 99 pour cent d'oxyde d'aluminium, tandis que les autres variétés peuvent contenir 94 ou 95 pour cent d'alumine, avec des oxydes de silicium, de fer, de titane et de nombreux autres métaux qui y sont souvent incorporés à dessein. Ceux-ci seront traités plus loin au chapitre des procédés de fabrication.

Solubilité

L'alumine est soluble dans les alcalis fondus, en particulier les hydro et pyro-sulfates de potassium. Insoluble dans la plupart des acides, elle est attaquée très lentement par l'acide sulfurique bouillant. Elle est aussi attaquée par quelques chlorures et fluorures. Elle réagit avec le fluor, mais non avec le chlore et elle est insensible à l'hydrogène.

L'alumine fondue résiste aux fondants basiques, ce qui permet de l'utiliser en revêtements de fours à chaux et à ciment, mais elle est attaquée par la silice fondue et les fondants siliceux. Elle demeure inerte en milieu oxydant, mais à 1800°C. environ elle se combine en assez grande proportion avec le carbone amorphe, avec formation lente de carbure d'aluminium. Elle ne paraît pas être affectée par les métaux en fusion.

Le *point de fusion* de l'alumine fondue débute à 1950° C. et à 2050° C. elle devient complètement fluide.

HISTORIQUE

Le corindon artificiel, sous forme de gemme synthétique, est connu depuis 1837, alors que M.-A. Gaudin fabriqua des rubis en fondant ensemble de l'alun et du sulfate de potassium dans un creuset de carbone, à une très haute température. La couleur rubis fut obtenue par ajout d'un peu de chrome.¹ Quelques années plus tard, J.-J. Ebelmen produisit du saphir

¹ Gaudin (M.-A.): Comptes rendus, vol. 4, p. 999 (1837).

blanc et du spinel coloré en fondant de l'alumine et du borax à une haute température. En 1877, E. Frémy et C. Feil réalisèrent des cristaux d'alumine assez gros pour permettre de les tailler en petites gemmes. Leur procédé consistait à fondre de l'oxyde de plomb, de l'alumine et de l'aluminate de plomb dans un creuset d'argile réfractaire. La silice du creuset décomposait peu à peu l'alumine de plomb en formant un silicate de plomb, lequel restait à l'état liquide pendant que l'alumine cristallisait sous forme de saphir blanc. Les rubis furent obtenus en ajoutant un peu de chrome.¹ Plusieurs autres savants se livrèrent à cette époque à de nombreuses recherches sur la production du corindon artificiel.

Bien que ces premiers essais aient démontré de façon concluante qu'il était possible de produire du corindon artificiel, il ne semble pas qu'on ait sérieusement songé à l'utiliser comme abrasif avant 1893, alors qu'Ivan Werlein, un Français, prit un brevet (brevet franç. 233996, 11 nov. 1893). Le premier procédé industriel par lequel une petite production fut réalisée, semble avoir été le résultat d'une découverte de F. Hasslacher, Allemagne (brevet allemand 85021, 28 nov. 1894), qui, en 1894, utilisa l'émeri comme source d'oxyde d'aluminium. L'année suivante (le 6 juillet 1895), Werlein modifia son premier procédé et remplaça l'émeri par de la bauxite calcinée. Ceci semble être la première mention de l'usage de la bauxite, maintenant universellement employée dans la fabrication de l'abrasif ordinaire d'alumine fondue. Trois ans plus tard, un autre savant allemand, le Dr R. Döllner, produisit de l'alumine fondue d'une dureté exceptionnelle par l'ignition d'un mélange d'alumine en poudre et d'oxydes métalliques.

Avant 1900 aucun des abrasifs alumineux ne possédait la "puissance de coupe", mais au mois de mai de la même année, Charles-F. Jacobs, un Américain, prit un brevet sur un procédé (E.-U., Brev. 659926, 16 octobre 1900), de fabrication de l'alumine fondue à partir de la bauxite et pour la trempe de l'alumine à un degré de dureté qui permettrait de l'employer comme abrasif. Le degré de cette trempe était contrôlé au moyen de son four dans lequel la sole pouvait être graduellement élevée ou abaissée, réglant ainsi le taux de refroidissement, et, par conséquent, la nature de la cristallisation (figure 4).

Le procédé de Jacobs fut le premier à réussir dans la fabrication industrielle des abrasifs alumineux et c'est sur lui que se fonde encore aujourd'hui la fabrication de ces abrasifs aux Etats-Unis. Ses premiers essais, avant la délivrance de son brevet, semblent avoir été effectués dans l'usine de l'Ampère Electrochemical Company, vers l'époque où elle déménagea de New-Jersey à Niagara-Falls (N.-Y.), en 1898. Le produit était fabriqué dans un four rotatif à carbure du type Horry.² Les brevets de Jacobs furent achetés de cette compagnie par la Norton Emery Wheel Company, de Worcester (Mass.). La première production industrielle d'alumine fondue fut réalisée à l'usine Norton, à Niagara-Falls (N.-Y.), en 1901, l'abrasif brut étant envoyé à Worcester pour le nettoyage et le classement. A cette compagnie, grâce aux brevets de Jacobs, revient, en grande partie d'avoir atteint le degré actuel de perfection de l'alumine fondue, dont la production dépasse aujourd'hui de beaucoup celle de tout autre abrasif.

¹ Pour l'historique et la fabrication des gemmes synthétiques, voir Mellor (J. W.): "A Comprehensive Treatise on Inorganic and Organic Chemistry"; vol. V, p. 259-260 (1924).

² Stansfield (A.): "The Electric Furnace", p. 302; McGraw-Hill Book Co., N.-Y. (1914). (Contient une description du four Horry).

L'une des premières difficultés qui surgirent fut l'enlèvement mécanique des impuretés métalliques qui demeuraient en suspension dans la masse fondue. Quelque temps après le début de la production sur un pied industriel, Charles-F. Hall, au cours de recherches sur la purification de la bauxite pour la fabrication de l'aluminium, découvrit que l'addition du fer à la charge rendait les impuretés suffisamment magnétiques pour qu'il soit facile de les enlever. (E.-U., Brev. 677207-9, 25 juin 1901). Le procédé de Hall différait peu de celui qui est utilisé de nos jours pour la production de cet abrasif.

La seconde difficulté venait du type de four utilisé. Au début le four consistait en une encombrante construction en briques réfractaires, souvent détruite en une seule fournée par suite de la chaleur intense dégagée par l'alumine en fusion (3700°F., soit 600° au-dessus du point de fusion de la meilleure brique réfractaire). Même les fours plus récents en fer ou en acier revêtus de briques réfractaires, voire même de blocs de charbon, étaient aussi détruits. On pouvait ordinairement parer temporairement à des dégâts sérieux (lorsque la masse en fusion pénétrait dans le revêtement et coulait contre la coque d'acier), en lançant un jet d'eau sur les points portés au rouge. A.-C. Higgins, qui était alors chargé de l'atelier du four électrique de la Norton Company s'aperçut qu'après avoir arrosé la partie rougie du four, celle-ci ne s'échauffait plus durant le reste de l'opération. C'est alors qu'il s'aperçut que la bauxite fondue refroidie conduisait très mal la chaleur. Il imagina donc de refroidir la coque du four avec de l'eau et de laisser la couche refroidie d'alumine fondue agir comme revêtement à la masse en fusion à l'intérieur. Le premier essai de ce nouveau four, en 1904, fut accompagné de beaucoup de trépidation, mais Higgins et son contremaître réussirent à conduire l'opération. Cet essai fut tout à fait satisfaisant et, sauf quelques perfectionnements de détail, ce genre de revêtement est en usage depuis lors.

Les procédés modernes de fabrication de l'alumine sont décrits à la suite des premiers procédés utilisés, relatés ci-après pour l'intérêt historique qu'ils présentent.

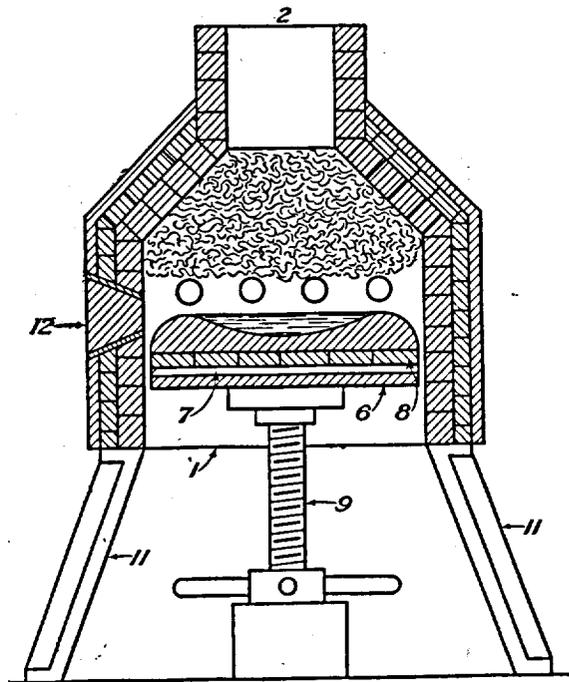
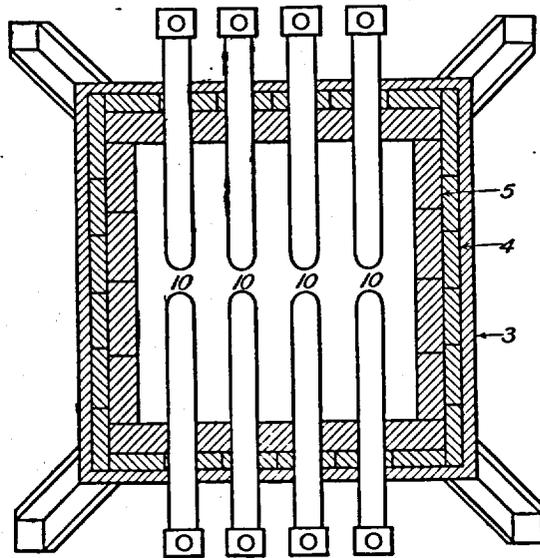
Premiers procédés américains

Procédé Jacobs

Les principaux points d'intérêt de ce procédé, du point de vue industriel (E.-U., Brev. 65926, 16 oct. 1900, déposé en mai 1900), sont l'usage de la bauxite et la trempe de l'alumine fondue.

Les détails du four électrique sont reproduits dans la figure 4.¹ Les deux paires d'électrodes extérieures sont placées assez loin des parois du four et ne sont pas en contact avec la matière en fusion. La sole est libre et s'élève et s'abaisse à l'intérieur du four. Avant la mise en marche la sole est élevée à un pouce en dessous des électrodes dont chaque paire est mise en contact. La bauxite brute préalablement calcinée et débarrassée de l'humidité et de l'eau de combinaison, est chargée dans le four, puis le courant est lancé. Les électrodes sont alors dégagées et un arc s'établit qui fait

¹ Jacobs (F.-B.): "Abrasives and Abrasive Wheels", p. 56, N.-H. Henley Pub. Co., New-York (1919).



"Abrasive and Abrasive Wheels" (Fred. B. Jacobs).
 "Abrasive Industry", juin 1924.

Figure 4. Plan et coupe du four à alumine Jacobs: 1, enveloppe rectangulaire avec sommet en pente; 2, ouverture de chargement et d'échappement des composés volatils; 3, enveloppe en tôle de fer; 4, chemise en brique réfractaire; 5, briques de carbone; 6, sole (en fonte); 7, sole (avec chemise de chaux pulvérisée); 8, blocs en carbone de la sole; 9, vis pour élever ou abaisser la sole; 10, quatre paires de charbons-électrodes; 11, pieds de fonte supportant la charpente; 12, ouverture tamponnée permettant l'inspection et l'agitation de la masse avec une tige de fer.

fondre la bauxite. L'alumine coule sur la sole qui est abaissée à raison de deux pouces par heure. Pendant l'abaissement de la sole la nappe tranquille d'alumine se refroidit et cristallise, la plupart des impuretés se volatilisent et s'échappent par l'ouverture au sommet du four.

D'après Jacobs, la trempe de l'alumine s'opère de la façon suivante:

On peut varier le caractère de l'alumine par refroidissement lent ou rapide de la masse en fusion, de façon à obtenir un corps d'un même degré de dureté absolue, mais de ténacité variable, par conséquent, aussi, de trempe abrasive variable, par l'abaissement lent ou rapide de la sole. Plus la masse se refroidit lentement, mieux définie est la cristallisation et plus grandes sa ténacité et sa trempe abrasive. On fait aussi varier la trempe en agitant la masse pendant le refroidissement à l'aide d'un tisonnier ou d'un agitateur passé par le trou normalement fermé au moyen d'un tampon, et en empêchant la tendance naturelle de l'alumine à cristalliser. On obtient par ce moyen un grain plus fin que lorsque la matière se refroidit sans être agitée.

Procédé Hall

Les expériences de C.-H. Hall, au cours de 1900, semblent s'inspirer des mêmes principes que celles de Jacobs. Son travail, toutefois, pour lequel il prit une série de brevets sur la purification des minerais d'aluminium, avait trait exclusivement à la fabrication de l'aluminium métallique. Ses méthodes de traitement, bien qu'elles ne fussent pas des plus heureuses pour l'obtention de ce métal, se rapprochent tellement du procédé présentement en usage—beaucoup plus que celles de Jacobs—pour la fabrication de l'alumine fondue, qu'on a jugé bon d'en décrire quelques-unes ci-après.

Dans son premier brevet (Hall) (E.-U., Brev. 677207, 25 juin 1901, déposé le 19 déc. 1900), la bauxite était mélangée avec de 5 à 10 pour cent de coke, puis calcinée pour chasser l'eau et réduire partiellement une certaine quantité de fer. S'il n'y avait pas suffisamment de fer dans le minerai, on en ajoutait à la matière calcinée, ainsi que du carbone en poudre, en ayant soin de ne pas excéder une proportion donnée qui eût réduit l'alumine. Le mélange était ensuite placé dans un four électrique dans lequel les impuretés étaient réduites au cours de l'opération et s'unissaient pour former un alliage dont la majeure partie se déposait au fond. Après refroidissement la masse était brisée, le bouton d'alliage de fer enlevé et les particules ferreuses retirées de la masse à l'aide d'un électro-aimant. Ce mode de rendre le fer magnétique, puis de l'enlever, a résolu l'une des premières difficultés de la fabrication de l'alumine abrasive pure.

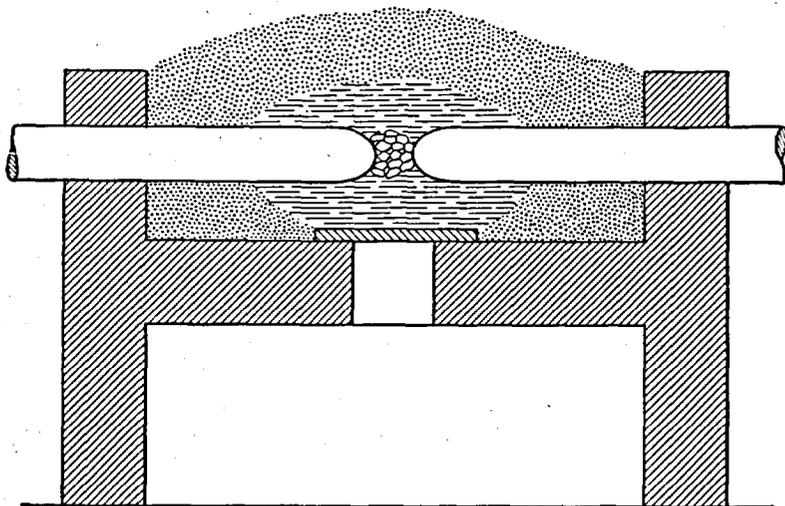
Dans un autre de ses brevets (E.-U., Brev. 677208, 25 juin 1901, déposé le 2 fév. 1901), Hall remplace le coke par de l'aluminium en poudre ou l'un de ses alliages (ferro-aluminium), pour réduire les impuretés contenues dans la bauxite. Les avantages que l'on fait valoir pour ce procédé sont que la réaction exothermique de l'aluminium en poudre engendre une chaleur considérable qui conserve ainsi l'énergie électrique; aussi, que le dégagement violent causé par la perte de carbone est évité.

Premiers procédés européens

Procédé Hasslacher

Ce procédé paraît être le premier que l'on ait signalé (Brev. allemand 85021, 20 nov. 1894), pour la production de l'alumine qui était en assez grande demande à cette époque. L'émeri natif était utilisé comme matière

première de l'alumine. La composition de l'émeri est fort variable. Il contient parfois de 15 à 40 pour cent d'oxyde de fer et de 50 à 70 pour cent d'alumine. L'émeri de la meilleure qualité, très riche en alumine, provient de la Grèce. La composition et les gisements d'émeri sont décrits dans la deuxième partie de cette série de rapports sur les Abrasifs.



" Abrasives and Abrasive Wheels " (Fred. B. Jacobs)

Figure 5. Coupe du four à alumine Haaslacher.

L'émeri, soit en poudre, soit en farine, provenant des usines de broyage, est mélangé avec une quantité suffisante de coke pour réduire le fer présent à l'état métallique; celui-ci fond au cours de l'opération et s'agrége en morceaux. Le mélange est chargé dans un four électrique en forme de H, à revêtement en brique réfractaire (fig. 5). La partie du sommet forme le récipient à travers les parois duquel pénètrent les électrodes, à deux pouces en face l'une de l'autre. La partie inférieure est une chambre creuse. Le fond du récipient comporte une ouverture arrondie, recouverte d'une plaque fusible, par exemple, du verre. Le four est chargé par le sommet et les petites cavités entre les pointes des électrodes horizontales sont comblées de coke conducteur, après quoi le four est complètement rempli et entassé. En lançant le courant alternatif, le coke rougit à blanc et fond l'émeri qui forme bientôt une masse en fusion autour de l'arc. Le degré de réduction de l'oxyde de fer est révélé par la combustion de l'oxyde de carbone qui s'échappe par les fissures dans les parois du four de même que de la charge. Dès que la plaque de verre est fondue, l'émeri en fusion coule par l'ouverture et est recueilli dans la chambre creuse sous-jacente. Quand l'écoulement cesse, on fait tomber une nouvelle charge en brisant la croûte solide formée au sommet avec une tige de fer. Cette nouvelle charge refroidit et solidifie la masse en fusion autour de l'ouverture du fond et bouche l'orifice qui demeure fermé jusqu'à ce que la partie environnante de la charge soit de nouveau fondue, de sorte que la marche est continue.

La couleur du produit solide varie de blanc à bleu, selon le degré de réduction et les impuretés présentes, mais on trouve parfois dans les cavités des cristaux rouges (rubis), ou bleus (saphir). Le produit refroidi dans la chambre inférieure est retiré à l'aide d'un râteau et broyé; les éléments magnétiques, sous forme de morceaux de fer, sont enlevés à l'électro-aimant. Dans le premier procédé, la tension du courant de démarrage était d'environ 300 ampères et 110 volts, mais le voltage était réduit à 50¹ volts durant l'opération. Le produit fini était, dit-on, presque exempt de fer et pouvait se comparer avantageusement, quant à la pureté, avec le meilleur corindon naturel, même qu'il cristallisait plus uniformément, mais qu'il ne possédait pas la trempe abrasive. Cet abrasif fut employé à une certaine époque en Amérique, mais il fut abandonné après l'apparition du produit de Jacobs. Un brevet fut pris, cependant, en 1915 (abandonné plus tard), lequel portait sur l'amélioration de l'abrasif ainsi obtenu.

Procédé Döllner

D'après un autre procédé allemand découvert par D.-G. Döllner (brev. allemand 97408, 28 fév. 1897), un mélange d'aluminium en poudre et de divers oxydes métalliques était mis en ignition, réagissant exothermiquement par suite de la très haute température de combustion de l'aluminium, avec formation d'alumine fondue avec les métaux des oxydes introduits au début de l'opération. Si l'on employait des oxydes métalliques lourds, l'alumine et les métaux se séparaient à l'état de fusion, de sorte qu'au refroidissement on obtenait deux couches distinctes. L'inventeur prétendait que l'alumine cristallisée ainsi obtenue était exceptionnellement dure et pouvait remplacer le diamant sur les couronnes de perforatrices.

Procédé Werlein

Bien qu'on ne retrouve aucune trace de fabrication fondée sur le brevet d'Ivan Werlein, son addition au premier brevet présente un intérêt historique particulier en ce que Werlein fut le premier à préconiser l'emploi de la bauxite calcinée comme matière première de l'alumine.²

Première addition en date du 6 juillet 1895:

Numéro du brevet: 233996. En date du 11 novembre 1893. Accordé à M. Werlein pour un procédé de durcissement des matériaux alumineux par fusion électrique.

"J'ai décrit dans le brevet un procédé de durcissement des matières alumineuses; l'expérience m'a conduit à apporter à mon système quelques perfectionnements m'ayant permis d'en obtenir un produit supérieur à l'émeri comme dureté et aux divers corindons naturels, et susceptible de les remplacer dans toutes leurs applications.

Ce produit est obtenu par la fusion de matières alumineuses indiquées dans le brevet et notamment de la bauxite, à l'aide d'un foyer quelconque de haute intensité calorifique.

Pour éviter les projections, la matière est préalablement déshydratée dans un four ordinaire.

Dans ces conditions, le produit se présente sous forme de masse scorifiée compacte, constituée par un agrégat de cristaux de corindon enchevêtrés et noués de telle sorte qu'ils ne présentent aucun clivage possible.

¹ Haenig (A): "Emery and Emery Industry", p. 35-53 (trad. de l'allemand par C. Salter); Scott, Greenwood & Son, Londres (1912).

² *Arts Chimiques*, vol. 86, 3e série, classe 14, sous-classe 1, p. 106 (1893).

L'examen microchimique y décèle, en outre, une proportion très appréciable de dodécaèdres microscopiques de carbone cristallisé dont la présence explique la dureté exceptionnelle du produit.

Le produit ainsi obtenu, convenablement taillée, peut être utilisé en remplacement du diamant noir.

A l'état de poudre ou agglomérée en meules, elle peut être employée pour le meulage, le dressage et le polissage des métaux, verres et cristaux, pour l'industrie lapidaire et généralement avec le plus grand avantage pour toutes les applications connues de l'émeri et des matières dures similaires.

En résumé, je revendique par la présente addition le perfectionnement que j'ai apporté au système de durcissement des matières alumineuses pour fusion innée, principalement caractérisé par l'emploi de la bauxite de préférence, comme matière alumineuse ainsi que le produit qui en découle, comme décrit ci-dessus et dans le but spécifié."

FABRICATION DE L'ALUMINE FONDUE

Méthodes américaines de fabrication

On trouvera ci-après une brève description de la fabrication de l'alumine abrasive aussi connue sous le nom d'alumine fondue ou corindon artificiel: —

La bauxite est calcinée, broyée et mélangée avec du coke et de la limaille de fer. Elle est ensuite chargée dans un baquet refroidi à l'eau ou dans un four cylindrique à coque de fer, au sommet duquel sont suspendues des électrodes de carbone. La charge est soumise à la chaleur intense de l'arc électrique pendant environ 24 heures qui fait fondre la masse. Après refroidissement, le lingot d'alumine fondue est brisé, le bouton de ferrosilicium est enlevé et l'alumine est de nouveau broyée et pulvérisée. Après que les impuretés magnétiques ont été enlevées, les grains sont finalement classés en calibres requis par l'industrie. Une description plus complète de la réaction qui se produit au cours de l'opération est donnée plus loin.

Four

Le type ordinaire de four, inventé par A.-C. Higgins (E.-U., Brev. 775654, 22 nov. 1904), se compose d'une sole en fonte ou bassin mobile monté sur roues et contenant une couche de poix et de carbone. Un cylindre conique en fer muni d'un dispositif de refroidissement par ruissellement d'eau sur la paroi extérieure repose sur la sole. Le four est roulé sur un truck en dessous des électrodes qui peuvent être abaissées dans le four. C'est là un perfectionnement de l'invention originale de Higgins dans laquelle les électrodes étaient fixes et le four lui-même élevé ou abaissé au moyen d'un plongeur. Dans quelques usines le four est protégé par une enveloppe pourvue d'ouvertures par lesquelles on effectue le chargement. Un schéma du modèle de four présentement en usage est donné à la figure 6. Le four Otis Hutchins (E.-U., Brev. 1310341, 15 juillet 1919), se compose d'une cuve en fer refroidie à l'eau de la même manière que celle du four Higgins. Le fond de la cuve est garni de poix et de coke. Ce four est aussi monté sur barres pour permettre la libre circulation de l'eau en dessous de la cuve (figure 7). Après refroidissement de la masse la cuve est soulevée et le lingot culbuté, tandis que dans le four Higgins le cône de fer est élevé laissant le lingot sur la sole; dans les deux cas, cependant,

le four tout entier est préalablement roulé de sous les électrodes. Les électrodes sont des tiges massives et rectangulaires de carbone d'environ 6 pieds de long dont l'extrémité est refroidie à l'eau. Elles sont suspendues au-dessus du four et peuvent être élevées mécaniquement à mesure qu'il est rempli (*voir* planche VII). Un régulateur ajusté pour une tension donnée les élève ou les abaisse automatiquement dans la masse, suivant que le cou-

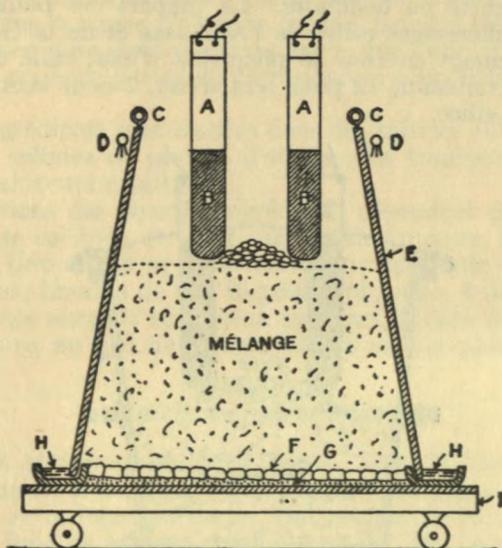


Figure 6. Coupe du four à alumine Higgins, à refroidissement d'eau: A, tôle de fer recouvrant les charbons-électrodes; B, papier amianté enveloppant la pointe des électrodes; C, anneaux de soulèvement; D, ruissellement d'eau; E, cylindre d'acier en forme de cloche; F, base formée de charbons-électrodes brisés reposant sur une couche de poudre de bauxite G; H, auge réceptrice; I, charpente montée sur roues.

rant dépasse ou tombe en dessous de la tension fixée. A cause de la chaleur intense engendrée et sous l'action de l'alumine en fusion, les électrodes se désagrègeraient rapidement, c'est pourquoi elles sont protégées dans une certaine mesure, soit par une courte enveloppe de fer en dessus et du papier d'amiante en dessous, soit par une couche de ciment réfractaire maintenue en place par un treillage métallique. Même avec cette protection elles ne résistent qu'à 4 ou 5 chauffes. Les électrodes de graphite durent plus longtemps, mais elles coûtent beaucoup plus cher.

Charge et rôle des divers ingrédients

Bauxite. La bauxite est une substance minérale terreuse dont l'aspect et la composition chimique varient considérablement et qui renferme une proportion de 12 à 30 pour cent d'eau de combinaison. Elle doit contenir au moins 50 pour cent d'alumine, 6 pour cent de silice au maximum et moins de 3 pour cent de fer. Plus elle est riche en fer, plus la réduction est longue et plus faible le rendement en alumine; d'autre part, une haute teneur en silice exige trop de fer. Les bauxites industrielles renferment de 1 à 3

pour cent d'oxyde de titane, dont la présence ou l'absence ont une grande portée sur les propriétés physiques du produit.

La bauxite est importée de plusieurs pays, dont la Guyane anglaise, la France, les Etats-Unis, l'Italie, l'Autriche, la Russie et autres. La meilleure et la plus pure provient de la Guyane anglaise, mais elle coûte très cher. La couleur de ces bauxites varie de rouge foncé à jaune pâle et plusieurs ont un aspect tacheté ou nodulaire. La plupart des bauxites des Etats-Unis, plus particulièrement celles de l'Arkansas et de la Georgie, sont des trihydrates renfermant environ 30 pour cent d'eau; celle du Missouri est un monohydrate contenant 12 pour cent d'eau, 2 pour cent d'oxyde de fer et 6 pour cent de silice.

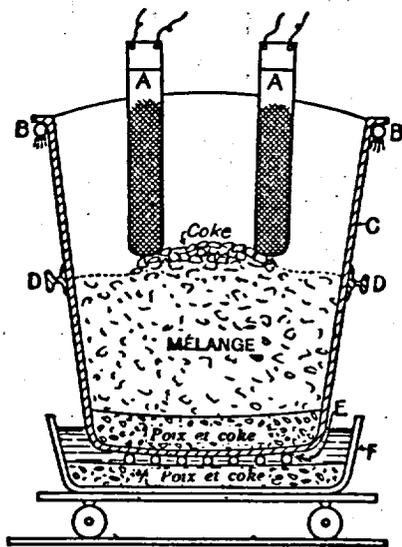


Figure 7. Coupe du four à alumine Otis Hutchins, à refroidissement d'eau: A, charbons-électrodes mobiles recouverts de ciment; B, pulvérisateurs; C, cuve en fer à fond solide; D, commande de levage et de bascule; E, barres libres placées sous la cuve, permettant la libre circulation de l'eau; F, chariot avec base en fer montée sur roues.

La bauxite brute est d'abord concassée dans des broyeurs à mâchoires, broyée de nouveau jusqu'à environ $\frac{1}{2}$ pouce et enfin calcinée à environ 2,200° F. dans un four rotatif de calcination. La calcination chasse l'eau de combinaison et laisse une substance qui doit contenir 80 pour cent ou plus d'alumine. Cette calcination préliminaire non seulement enrichit de beaucoup la qualité de la bauxite, mais économise l'énergie électrique et empêche des complications qui pourraient se produire dans le four si le minerai était utilisé à l'état brut. Avant d'ajouter les autres ingrédients on analyse soigneusement chaque fournée de bauxite calcinée afin de déterminer exactement quelle proportion de coke et de fer il faudra ajouter.

Coke. On utilise le coke métallurgique pour réduire les impuretés à l'état métallique. Si la quantité de coke n'est pas suffisante, une partie de ces impuretés n'est pas réduite et il en résulte un abrasif impur et de qualité inférieure; si l'on ajoute trop de coke, une partie de l'alumine est

réduite en carbure d'aluminium, qui, une fois exposé à l'air, désagrège l'alumine et lui enlève toute propriété abrasive.

Fer. Le fer est facilement incorporé sous forme de limaille. Il attaque le silicium réduit par le coke et forme un ferrosilicium magnétique qui contient moins de 15 pour cent de silicium; il rend aussi fortement magnétiques les autres impuretés réduites. Ces impuretés, dont une partie demeure en suspension dans la masse d'alumine fondue, peuvent donc être facilement enlevées au moyen d'un électro-aimant après que l'abrasif brut a été broyé en grains. La majeure partie du ferrosilicium s'agglomère sous forme de "bouton".

Tous les ingrédients sont stockés dans des trémies et transportés mécaniquement aux trémies de pesage, d'où ils sont transportés en proportion requises aux malaxeurs rotatifs.

Les proportions des diverses ingrédients dépendent de l'analyse chimique de la bauxite calcinée, et, dans une certaine mesure, du type d'alumine fondue désiré. Une charge type pourrait être constituée de: bauxite calcinée, 80 pour cent; limaille de fer, 16 pour cent; coke, 4 pour cent, en poids. La fabrication des abrasifs alumineux spéciaux, à base de corindon naturel ou d'alumine pure, au lieu de la bauxite, est décrite plus loin.

Marche du four et produits

Préparation et disposition de la charge. Dans le four Higgins, à coque cylindrique en acier, le fond sur lequel repose l'enveloppe est préparé avant chaque chauffe de la façon suivante: Une couche de bauxite en poudre est épanchée sur le fond de la base circulaire en fer, sur laquelle sont disposés des fragments de vieilles électrodes, à la façon de briques, et cimentées avec de la poix. Parfois la base est formée d'un mélange de poix et de coke d'un pied d'épais sur lequel on épard une couche de bauxite en poudre. La charpente est ensuite roulée sur rails dans la salle des fours et sous les électrodes. Dans le four à cuve, la partie inférieure de la cuve est remplie de poix et de coke et d'une couche protectrice de bauxite en poudre.

Après que le four a été placé sur la base préparée, au moyen de grues roulantes aériennes, le mélange préalablement préparé est alors chargé à la pelle à une épaisseur de 18 pouces à 2 pieds et les électrodes sont abaissées juste assez pour ne pas toucher au mélange. Une mince couche de coke fin est ensuite placée entre les électrodes pour laisser passer le courant, mais dès que le courant a été lancé, la bauxite qui entre en fusion devient elle-même conductrice. Quand la première charge est fondue, on ajoute une autre partie du mélange et on élève graduellement les électrodes; on procède de cette façon jusqu'à ce que le four soit rempli de la masse en fusion. Ce procédé prend de 24 à 36 heures suivant le type de four, le volume de la charge et la nature de l'abrasif à fabriquer. La planche VII montre un four à alumine en marche.

Courant. Les fours travaillent ordinairement à un courant alternatif de 90 à 100 volts et exigent de 450 à 550 kw. par heure, et un transformateur pour chaque électrode. La chaleur engendrée dans la masse est d'environ 3,500° F.

Produits du four. Après avoir interrompu le courant on fait ruisseler l'eau sur les parois extérieures du four durant 3 à 6 heures. On arrête ensuite l'eau et on laisse refroidir le four pendant environ 7 heures, puis on le roule hors de la salle des fours. Après une autre période de refroidissement l'enveloppe est enlevée, ou, pour le four à cuve, la masse solide est basculée. On laisse ensuite refroidir pendant une semaine environ le saumon ou le lingot, qui pèse de 8 à 10 tonnes, avant de le briser. Le taux de refroidissement est l'un des éléments qui régissent le degré de cristallisation et il est contrôlé en conséquence selon le type d'abrasif désiré.

Le lingot se compose d'une masse d'alumine fondue maintenue solide par l'oxyde de fer et quelques particules de ferrosilicium, ainsi que d'autres impuretés réduites. Celles-ci, dans presque tous les cas, sont incluses entre les plans de cristallisation ou sous forme d'inclusions à l'intérieur des cristaux mais non dissoutes dans ceux-ci. Au fond du lingot se trouve un "bouton" de ferrosilicium massif pesant de 2 à 3 tonnes. Tout mélange non décomposé est envoyé à un autre four. Les fours sont mis en marche par groupes de trois, à savoir un en marche, un refroidi à l'eau, et le troisième refroidi avant le déchargement.

L'analyse d'un bon abrasif alumineux après le nettoyage doit donner les proportions suivantes:

SiO_2 , 1.0 à 1.5; Fe_2O_3 , 0.5 à 1.0; TiO_2 , 1.5 à 3.5 pour cent; Al_2O_3 , le reste, mais au moins 95 pour cent.

Il faut beaucoup d'expérience et d'habileté pour la manipulation exacte de la charge du four et le contrôle de la température nécessaire à la réduction et à la fusion complète, aussi bien que du taux de refroidissement de la masse fondue solidifiée. Si la réduction a été poussée trop loin l'abrasif peut devenir trop pur et cassant, vu que de 2 à 3 pour cent d'oxyde de fer, de silice ou de bioxyde de titane augmentent la ténacité du produit. Bien plus, si la matière première est très pure, une partie de l'alumine est probablement réduite en carbure d'aluminium, qui se désagrège lorsque exposé à l'air, et fait perdre toute valeur à l'alumine comme abrasif.

Alumine fondue spéciale

Pour certains meulages, particulièrement ceux qui exigent un coupage à froid, il faut un abrasif alumineux un peu plus pur et, par conséquent, plus fragile que l'abrasif ordinaire. Le minerai doit donc contenir plus d'alumine et moins d'impuretés, surtout de titane que de bauxite. Le titane, plus que toute autre impureté, semble avoir une grande portée sur les qualités abrasives du produit, en le rendant dur et tenace. Le titane contenu dans le minerai ne peut être éliminé économiquement au cours de la fabrication de l'alumine. Pour cette raison, l'alumine impure ordinaire renfermant du titane est tenace et peu cassante. Agglomérée en meules, dans certaines conditions, elle est susceptible de se lisser, de se détacher de l'agglomérant sans cassure marquée et de s'échauffer au cours du meulage. D'un autre côté, l'abrasif pur, exempt de titane, se brise continuellement pendant le meulage et présente ainsi de nouvelles arêtes tranchantes sans échauffer outre mesure la pièce à meuler.

Ce type d'abrasif est fabriqué par plusieurs procédés en Amérique. Un procédé utilise une poudre d'alumine amorphe pure et blanche, et un

autre un corindon naturel de haute qualité. Le produit fabriqué avec l'alumine amorphe, qui est le plus pur, est un composé blanc et poreux; l'autre, à base de corindon, est gris clair, massif et formé de gros cristaux. De par son apparence et ses qualités abrasives, il se place entre l'alumine amorphe en poudre et l'alumine fondue ordinaire.

Procédé utilisant l'alumine amorphe

Ce procédé fut breveté par la Norton Company, Worcester, Mass., (L.-E. Saunders et G.-N. Jeppson, E.-U., Brev. 954808, 12 avril 1910), mais expira en avril 1927.

L'alumine amorphe pure et blanche, presque entièrement exempte d'oxyde de fer, de silicium et de titane, est chargée rapidement dans un four électrique muni d'électrodes de graphite au lieu d'électrodes de carbone. Grâce à ces électrodes et au chargement rapide, le produit fondu subit très peu de réduction, possède une structure cristalline et poreuse, et la formation de carbure d'aluminium est réduite au minimum. Toutefois, il faut apporter le plus grand soin au contrôle et à la manipulation du four. Le lingot d'alumine fondue, qui est d'un blanc presque pur, est bourré de petites alvéoles et de trous causés par de petites quantités de vapeur provenant des alcalis utilisés dans la préparation de l'alumine amorphe. Cette porosité est encore accrue par l'addition de soude requise.

Le lingot, lorsqu'il est suffisamment refroidi, est broyé, puis soumis à un grillage oxydant pour enlever toute trace de carbure d'aluminium et améliorer les propriétés agglomérantes de l'abrasif.

Une analyse de ce produit connu dans le commerce sous le nom d'"Alundum n° 38" ou "White Alundum", a révélé la composition suivante: Al^2O^3 , 99.64; SiO^2 , 0.20; Fe^2O , 0.16; CaO et TiO^2 , 0.

Aggloméré en meules, il est utilisé pour le meulage d'aciers spéciaux, comme molettes coupantes et pour les travaux de précision. En meules vitrifiées il prend une teinte rouge brique et ressemble un peu aux meules vitrifiées en corindon naturel ou fondu, mais dans les meules silicatées, qui ne sont pas soumises à une chaleur aussi intense, cette alumine spéciale conserve sa couleur blanche naturelle.

Procédé utilisant le corindon naturel

Dans ce procédé, tout corindon naturel pur renfermant moins de 0.2 pour cent d'oxyde de titane peut être utilisé. Présentement, le district de Zoutpansberg, Transvaal (Afrique du sud), est le centre d'approvisionnement. Une analyse du corindon moulu sud-africain utilisé dans ce procédé a révélé la composition suivante:

Al^2O^3 , 91.1; SiO^2 , 4.5; Fe^2O^3 , 2.2; TiO^2 , 0.1; H^2O , 2.0 pour cent. Le corindon canadien, tel qu'extrait à Craigmont (Ontario), et aux environs, entre 1900 et 1921, est beaucoup plus pur et renferme en moyenne: Al^2O^3 , 96.9; SiO^2 , 1.0; Fe^2O^3 , 0.9; TiO^2 , 0.02; H^2O , 1.1 pour cent; tandis que le corindon bleu du canton de Dungannon (Ontario), contient au delà de 98 pour cent d'alumine.¹

¹ Eardley-Wilmot (V.-L.): Abrasifs, Partie II, "Corindon et Diamant", Division des Mines, Ministère des Mines, Can., p. 1-21 (1927).

Ce procédé est breveté au nom de la General Abrasive Company, Niagara-Falls, N.-Y. (H.-A. Richmond et R. Macdonald, E.-U.; Brev. 1413785, 25 avril 1922); il fut aussi exploité (jusqu'en 1928), par l'Abrasive Company à son installation de Hamilton, Ontario.

Le corindon est broyé à un demi-pouce ou moins, et mélangé avec une quantité suffisante de limaille de fer et d'éclats d'acier pour rendre la quantité de fer dans la charge à peu près trois fois celle de la silice, de manière à rendre le ferrosilicium magnétique. On ajoute une quantité de coke pulvérisé suffisante pour que, grâce au carbone fourni par les électrodes et le fond du four, la majeure partie de la silice et l'oxyde de fer dans le minerai soient réduits à la température du four.

On prétend, par cette méthode, éviter la formation de carbure d'aluminium inacceptable, causée par un excès de réduction.

On utilise un four et des électrodes du type ordinaire et le mélange est chargé lentement afin d'assurer une réduction complète des impuretés et l'uniformité du produit. Quand une quantité suffisante a été fondue, le courant est interrompu et la masse refroidit lentement dans le four de façon à donner de gros cristaux bien distincts. La masse refroidie est ensuite brisée, classée en grains et les impuretés sont enlevées au moyen d'un électro-aimant ou de quelque autre dispositif mécanique.

L'analyse du produit fini donne: Al_2O_3 , 98.5; Si^2O , 0.8; Fe^2O^3 , 0.5; TiO^2 , 0.2 pour cent.

Les principaux usages du produit qui vient d'être décrit, sous forme de meules, sont pour le surfacage, l'affûtage des couteaux, la rectification cylindrique automatique, etc. La meule vitrifiée a une teinte rouge brique semblable à celle du corindon naturel et des produits d'alumine amorphe.

Procédé de retraitement

Quelques fabricants traitent un mélange de fines d'alumine fondue, une alumine de basse qualité enlevée dans la première phase du triage à la main du produit brut, et de certaines parties des produits des appareils magnétiques et électrostatiques, obtenues au cours de la préparation et de la purification du grain. Ces ingrédients sont refondus par le même procédé que pour le corindon naturel et le produit a une apparence semblable.

Autres méthodes de modifier la trempe abrasive de l'alumine fondue

Les variétés ordinaires et certaines variétés spéciales d'abrasifs aluminieux décrits plus haut sont aujourd'hui fabriqués en grand. En plus de ceux-ci, il y a un certain nombre de procédés brevetés, dont plusieurs sont encore en usage mais dans une faible mesure. Les différences essentielles résident dans le degré de pureté et la structure cristalline, résultant dans la différence de degré de ténacité, de dureté et le mode de cassure—qui constituent la trempe abrasive. Ces produits se classent entre "l'alundum" presque chimiquement pur, fragile, blanc et poreux, et un produit compact et résistant, de couleur très foncée et relativement impur. De brèves descriptions de quelques-uns de ces procédés et produits, illustrant quelques-unes des méthodes de varier la trempe abrasive de l'alumine fondue, sont données ci-après.

Procédé à la magnésie

La bauxite et la magnésie sont calcinées, puis mélangées avec suffisamment de charbon pour réduire la plupart des oxydes de fer et le silicium. Une charge théorique se compose de 100 parties de bauxite calcinée, 15 parties de magnésie calcinée et 6 parties de charbon. Ces ingrédients sont traités dans un four électrique ordinaire, mais la température est maintenue relativement basse, de façon à réduire les oxydes sans affecter la magnésie ni l'alumine. Après refroidissement, le ferrosilicium est enlevé. La teneur en magnésium du produit fini affecte sa ténacité, mais elle ne doit jamais s'élever à plus de 25 pour cent. (E.-U., Brev. 1001497, 22 août 1911, T.-B. Allen, Carborundum Co.).

Procédé à l'acide borique

En ajoutant de l'acide borique à l'alumine obtenue par le procédé à la magnésie décrit plus haut, la fragilité et la dureté du produit sont accrues. (E.-U., Brev. 1001570, même date et même cessionnaire). Dans un autre procédé on ajoute à la bauxite calcinée 10 pour cent de borax, un peu de chromite et 3 pour cent de carbone.

Procédé au titane

Plusieurs brevets ont été pris de 1909 à 1911, par les principaux fabricants, dans lesquels le titane et le fer sont ajoutés à l'alumine pure: (a) alumine et rutile; (b) alumine, silice et oxyde de titane exempt de fer; (c) alumine, oxyde de titane et oxyde de fer, sans silice. Ce dernier procédé donne un produit bleu noir, qui, à cause de certaines propriétés physiques, convient surtout bien à la fabrication des toiles et papiers abrasifs.

Procédé à l'oxyde de strontium

De petits cristaux d'alumine fondue peuvent être obtenus par ajout de l'oxyde de strontium. Une charge théorique se compose de 300 parties de rebuts alumineux provenant d'une fournée précédente, 170 parties de bauxite calcinée et 30 parties d'oxyde de strontium. Le produit normal se compose de cristaux lisses, relativement gros mais pas assez rugueux pour être convenablement agglomérés avec de la colle forte. Les petits cristaux sont toutefois plus rugueux. (E.-U., Brev. 1339344, 4 mai 1920, Otis Hutchins, Carborundum Co.).

Autres oxydes

La trempe abrasive de l'alumine fondue peut être modifiée par l'addition de plusieurs autres oxydes à part ceux déjà mentionnés. Parmi ceux qui ont donné de bons résultats se placent les oxydes de silicium, de fer, de calcium et autres.¹ Un seul ou plusieurs de ces oxydes affecte quelque peu différemment les propriétés physiques de l'abrasif. Comme une quantité suffisante de coke est ajoutée à la charge pour réduire ces oxydes, ils sont présents dans la masse en fusion sous forme de silicates des divers métaux qui ont été ajoutés au début de l'opération sous forme d'oxydes.

¹ Norton Company: "Grinding", p. 25.

Procédé aux alcalis

Il importe que certains types d'abrasifs soient exempts de fer et de titane, mais dans le procédé ordinaire l'addition de charbon n'entrave pas la réduction complète des oxydes de ces métaux—surtout le titane.

Toutefois, un grillage préalable en présence d'un composé alcalin laisse ces impuretés disséminées dans la masse, de sorte qu'elles peuvent finalement être enlevées à l'acide. Une charge type comporte l'addition d'environ 50 livres de carbonate de sodium ou de potassium pour chaque tonne de bauxite renfermant à peu près les proportions suivantes: Al_2O_3 , 54.8; SiO_2 , 4.5; Fe_2O_3 , 6.2; TiO_2 , 4.0 et 30.5 pour cent d'eau de constitution. En grillant la masse à 1000°C ., l'eau est chassée et les alcalis se combinent avec les oxydes en formant des silicates facilement solubles. Le produit est mélangé avec à peu près 5 pour cent de coke et fondu dans le four électrique. Après la fusion les impuretés demeurent sous forme de lamelles parmi les cristaux d'alumine en fusion. La présence de ces impuretés affaiblit les cristaux et diminue leurs propriétés abrasives. Le saumon est alors brisé et traité avec une solution chaude d'acide sulfurique dilué, pendant environ 6 heures. (E.-U., Brev. 1402714, 3 janvier 1922, C.-J. Brockbank, Abrasive Co.). On obtient un résultat assez identique par l'addition de cryolite minérale (Na^3AlF_6).

Procédé au kaolin

Le kaolin est mêlé avec du charbon dans la charge, de façon à réduire le silicium, mais non l'aluminium. On peut aussi faciliter la fusion en ajoutant un bas-métal ou un minéral, tel que le fer ou le manganèse qui se combine au silicium et rend la réduction plus complète. Le siliciure de fer ainsi formé coule au fond et peut être recueilli de temps en temps. En variant la quantité de charbon dans la charge, diverses quantités de silice non réduite restent dans le produit sous forme de mélange d'alumine-silice, variant de 5 à 35 pour cent de silice possédant des propriétés abrasives à des degrés divers. (E.-U., Brev. 906338, 906339, 906172, 906173, 8 déc. 1909, F.-J. Tone, Carborundum Company).

Procédés à refroidissement rapide

Le refroidissement rapide de l'alumine entraîne la formation de cristaux fins, par conséquent d'un abrasif compact, dur et tenace.

L'alumine fondue et très fluide est coulée en de petites masses au moyen d'un bec de coulée et rapidement congelée, donnant un produit compact à grain fin. La taille moyenne du grain est d'environ $\frac{1}{2}$ de celle de l'abrasif régulier et le rend plus résistant à la cassure que la matière à gros grain. (E.-U., Brev. 1192709, 25 juillet 1916, F.-J. Tone, Carborundum Company).

L'alumine en fusion coule du four dans un moule où elle refroidit rapidement. Elle peut être coulée en couches successives dans le même moule après que chaque couche s'est solidifiée. Le produit serait homogène et passablement exempt d'impuretés de réduction. (E.-U., Brev. 1226892, 22 mai 1917, H.-T. Kalmus, Exolon Company).

On obtient également des cristaux à grain très fin en versant l'alumine liquide chauffée à blanc directement sur une plaque de fonte froide, de façon à refroidir rapidement l'alumine en couche mince.¹

Procédé de retraitement

Le grain préparé ordinaire est quelquefois purifié davantage par fusion en présence d'une quantité suffisante de charbon, pour réduire une seconde fois les impuretés présentes. (E.-U., Brev. 1310342, 15 juillet 1919, Otis Hutchins).

Production de l'alumine à partir de substances autres que la bauxite

A part le corindon naturel et l'alumine amorphe, l'alumine peut être produite en se servant d'aluminium métallique ou d'autres métaux contenant une proportion suffisante d'aluminium.

Aluminium métallique

A l'origine de la fabrication de l'alumine, elle était dérivée de l'aluminium métallique par plusieurs procédés, dont deux, brevetés par Döllner, en 1897, et Hall, en 1901, sont décrits sous le titre de "Historique des Premiers Procédés". Quelques procédés européens sont décrits plus loin.

Un procédé qui paraît bien semblable à celui de Hall fut breveté il y a onze ans par T.-B. Allen, de Hamilton (E.-U., Brev. 1448586, 13 mars 1923), d'après lequel le coke remplace l'aluminium métallique comme réducteur, évitant ainsi la formation de carbure d'aluminium. Pour une bauxite calcinée répondant à la composition Al_2O_3 , 88.0; SiO_2 , 5.0; Fe_2O_3 , 2.5; TiO_2 , 4.0 et H_2O , 0.5 pour cent, il recommande les proportions suivantes d'ingrédients: bauxite calcinée 78, poudre d'aluminium 12, et limaille de fer, 10 pour cent, en poids. La charge est fondue de la façon ordinaire dans un four électrique.

Émeri

Avant l'adoption de la bauxite, on utilisait l'émeri, mais cet abrasif laissait à désirer sous bien des rapports. On prétend, cependant, que même l'émeri impur américain peut être utilisé efficacement si l'on a soin d'ajouter à la charge de la magnésie et de l'oxyde de titane dans leur propre poids moléculaire, de façon à former des alliages eutectiques avec celui de la magnésie qui se trouve déjà dans le minerai. Après fusion, le produit est une alumine cristalline dure à grain fin, les interstices entre les cristaux étant remplis d'aluminates et de titanates de magnésium. (E.-U., Brev. 1149064, 3 août 1915, H.-T. Kalmus, Exolon Company).

Béryl

Le béryl est un minéral vert qui se présente habituellement en longs prismes hexagonaux répondant à la formule $Be_3 Al_2 (SiO_3)_6$, et contenant 19 pour cent de Al_2O_3 . Une charge théorique par ce procédé se compose

¹ Norton Company; "Grits and Grinds", p. 6 (1927).

de 100 parties de bauxite calcinée, 75 parties de béryl, 12 parties de coke pour réduire les oxydes de fer et de silicium; 50 parties d'oxyde de fer pour enlever plus facilement le silicium et le titane réduits. Le béryl améliore la cristallisation du produit. La ténacité décroît à mesure que la teneur en béryllium augmente mais la dureté croît proportionnellement à cette teneur. Le produit renferme environ 89 pour cent d'alumine et 7.5 pour cent de béryllium. (E.-U., Brev. 1001571, 22 août 1911, T.-B. Allen, Carborundum Company).

Syénite à néphéline

L'alumine fondue peut être réalisée par le traitement de la syénite à néphéline en solution aqueuse d'anhydride sulfureux alors que tout le sodium, le potassium et une partie du silicium sont dissous. Les silicates d'aluminium sont séparés par précipitations et filtrations successives et sont ensuite calcinés et fondus dans un four électrique. (E.-U., Brev. 1234905, 31 juillet 1917, H.-T. Kalmus).

Grenat

Un procédé a été breveté par lequel les fines de grenat de rebut sont fondues dans un four électrique, avec production d'alumine et de ferrosilicium. Le grenat almandite renferme environ 40 pour cent d' Al_2O_3 ; 37 pour cent de SiO_2 et 19 pour cent de Fe_2O_3 . Le mélange est formé d'environ 18 pour cent de coke pulvérisé avec le grenat et la charge est mise dans un four à arc spécial, utilisant un courant alternatif de faible potentiel. Le granit fond à environ $1260^\circ C$. Pendant la réduction il se produit une forte ébullition accompagnée d'un dégagement considérable de gaz. Après quelque temps le courant est élevé graduellement jusqu'à ce que la température du four soit égale au point de fusion de l'alumine ($2050^\circ C$), et cette température est maintenue jusqu'à ce que l'ébullition cesse. Le courant est graduellement abaissé afin de permettre la cristallisation lente de l'alumine. Le broyage du saumon et l'enlèvement du ferrosilicium sont effectués de la même manière que dans les procédés ordinaires de fabrication. (E.-U., Brev. 1192394, 25 juillet 1916, J. Davenport).

Procédés européens pour la fabrication de l'alumine

Le procédé ordinaire de fabrication de l'alumine ressemble beaucoup à celui qui est utilisé en Amérique mais, sauf quelques exceptions, les produits européens sont de qualité inférieure. On trouvera ci-après la description d'autres procédés utilisés dans le passé et aujourd'hui.

Procédé aluminium-soufre

Un procédé à peu près semblable à celui de Döllner fut exploité en France vers 1903. D'après ce procédé, on mêle dans un creuset, en parties à peu près égales, de la poudre d'aluminium, du borax fondu pulvérisé et de la fleur de soufre. Ces ingrédients sont ensuite calcinés avec un mélange de bioxydes de magnésium et de baryum. La haute température engendrée au cours de l'opération suffit à fondre une partie de l'alumine. Après refroidissement, la masse est brisée et traitée à l'ammoniaque diluée. L'hydro-

xyde d'aluminium, qui résulte de la décomposition du sulfure d'aluminium, est enlevé à l'acide chlorhydrique. Le résidu renferme des globules d'aluminium, des lamelles brunes de bore et de l'alumine cristalline blanche. Après l'enlèvement mécanique des globules métalliques, le bore est dissout dans l'acide azotique laissant de l'alumine cristalline pure¹.

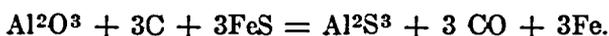
Procédé thermique

Une variété d'alumine fondue brute, connue dans le commerce sous le nom de "Corubin", est retirée du laitier de la fabrication du chrome par le procédé thermitique; elle se compose en grande partie d'alumine et de chrome. Jusqu'en ces dernières années un tonnage considérable de ce produit français était vendu aux fabricants de meules des Etats-Unis. De grandes quantités sont encore utilisées en Europe, surtout dans l'industrie de l'optique pour le dépolissage du verre.

Procédé Haglund

Ce procédé, protégé par des brevets accordés à T.-R. Haglund, fut introduit en Suède il y a plusieurs années. Il fut utilisé expérimentalement en Allemagne et il est aujourd'hui en usage en Italie.

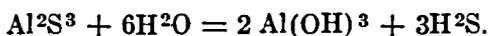
On traite ensemble de la bauxite calcinée, du coke et du sulfure métallique lourd (de préférence de la pyrrhotine), dans un four électrique et on obtient de l'aluminium qui réagit immédiatement sur le sulfure de fer en formant du sulfure d'aluminium².



A la température du four ce sulfure dissout l'excès d'alumine en formant un laitier d'oxyde sulfurique très fluide.

Ce laitier, que l'on retire du four pendant le cycle opératoire, entraîne avec lui une quantité considérable de fer contenant tout le silicium de la matière première. Le silicium se sépare facilement et l'alumine cristallise, tandis que le laitier se solidifie. Le sulfure peut ensuite être facilement séparé des cristaux d'oxyde. En réglant le taux du refroidissement du laitier, on peut obtenir des cristaux de diverses grosseurs.

Lorsqu'il est suffisamment refroidi, le laitier est broyé et lavé à l'eau qui décompose le sulfure avec dégagement d'hydrogène sulfuré (lequel peut être recueilli en sous-produit et utilisé), et formation d'hydrate d'aluminium: —



Le résidu est formé d'un mélange mécanique d'oxyde cristallisé et d'hydrate d'aluminium et de sulfures des impuretés, tels que le fer et le titane, en petite quantité. Les produits de ce mélange sont alors séparés au moyen de classeurs par gravité, jigs et tables. L'hydrate recueilli en sous-produits peut, après calcination, être utilisé à diverses fins. L'alumine cristallisée est lavée à l'acide sulfurique chaud, séchée et classée suivant les grosseurs exigées par le commerce.

¹ Haenig (A.): "Emery and the Emery Industry"; p. 34, (trad. de l'allemand par C. Salter); pub. par Scott, Greenwood & Son, Londres, p. 34 (1912).

² Haglund (T.-R.): The Ind. and Eng. Chem., p. 67, janv. 1926.

PRÉPARATION ET CLASSEMENT DE L'ALUMINE FONDUE

Préparation

Le lingot d'alumine déposé sur le plancher de la salle des fours est d'abord brisé en faisant tomber du toit un poids de deux tonnes. Les fragments sont brisés à la masse et le " bouton " solide de ferrosilicium est enlevé. L'alumine est ensuite soumise à un broyeur à mâchoires, puis passée sur une toile de triage où les impuretés et l'alumine de basse qualité sont enlevées à la main et mises en tas pour usage ou traitement subséquent. L'alumine passe ensuite à travers une série de cylindres et de tamis qui la réduisent à 6 ou 8 mailles. Elle est ensuite amenée sous un électro-aimant qui enlève la matière la plus magnétique, y compris le fer provenant de la désintégration des broyeurs et des cylindres. Les substances non-magnétiques sont grillées afin de rendre magnétique la teneur en fer non-magnétique; elles sont ensuite passées sur un classeur à auge dans lequel circule un courant d'eau qui enlève la poussière et les fines; celles-ci sont décantées dans des réservoirs, séchées et vendues comme " farines ". Les dépôts des classeurs vont à un sécheur et de là à un autre séparateur magnétique, dont les substances non-magnétiques propres sont amenées à l'atelier de classement où elles sont classées en 20 grosseurs différentes, de la même manière que le silicium de carbone en grain. Un schéma de traitement illustrant la préparation et le nettoyage de l'alumine fondue est donné à la figure 8.

Classement

Le classement du grain s'effectue exactement de la même manière que pour le silicium de carbone. Des microphotographies de l'alumine fondue sont reproduites à la planche XIXA et B.

NOUVEAU ZEPHYR
MAGAZIN

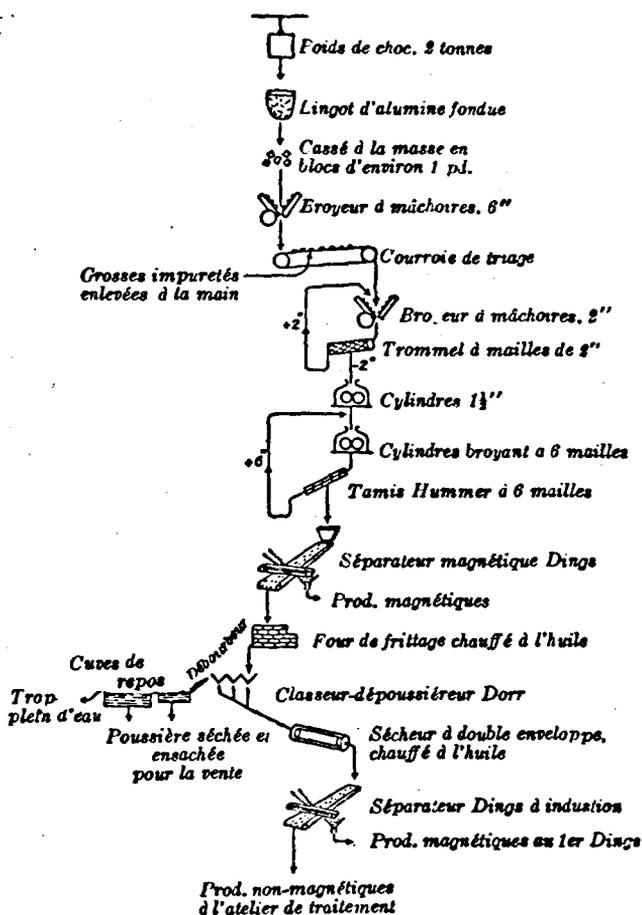


Figure 8. Schéma d'une installation mixte pour le nettoyage et la préparation de l'alumine.

FABRIQUANTS D'ABRASIFS ARTIFICIELS

CANADA

La plupart des abrasifs artificiels utilisés en Amérique sont fabriqués dans des usines canadiennes. Le rendement total est expédié à l'état brut à leurs filiales aux Etats-Unis pour le broyage, le nettoyage et le classement, car aucune de ces opérations n'est effectuée au Canada. Il y a, au Canada, quatre compagnies possédant en tout cinq usines, dont trois produisent du siliciure de carbone et trois de l'alumine fondue. Ces usines sont situées près de Niagara-Falls (Ontario), et à Shawinigan-Falls (Québec).

La *Canadian Carborundum Company*, dont l'usine est à Shawinigan-Falls, est la plus grande fabrique de siliciure de carbone ("Carborundum") de l'univers. A une certaine époque son usine fabriquait aussi de l'alumine fondue, mais la production canadienne de ce dernier abrasif par cette compagnie ("Aloxite") est maintenant confinée à son usine de Niagara-Falls, dont le rendement est très élevé. L'aloxite ordinaire et spécial — ce dernier produit un abrasif gris blanc de haute qualité, connu sous le nom d'"Aloxite AA" — est fabriqué au pays.

La *Norton Company*, à Chippewa (Ontario), trois milles au sud de Niagara-Falls, fabrique de l'alumine fondue ("Alundum") et du siliciure de carbone ("Crystolon"). C'est la plus grande fabrique d'"Alundum" de l'univers, dont elle produit trois variétés: l'alundum ordinaire, l'alundum 66 et l'alundum 28. Ce dernier est blanc, très pur et fabriqué à partir de l'alumine amorphe.

L'*Exolon Company*, à Thorold (Ontario), sept mille à l'ouest de Niagara-Falls, est une grande productrice de siliciure de carbone ("Carbolon"). A une certaine époque, elle fabriquait aussi de l'alumine fondue ("Exolon"), mais après une période d'inactivité, la production de l'exolon fut reprise en juin 1928.

L'*Abrasive Company* possède une usine d'alumine fondue à Hamilton (Ontario), où elle produit deux catégories de "Borolon": ordinaire et S.B. Ce dernier, une substance pure, gris blanc, était jusqu'à tout récemment fabriquée avec du corindon naturel.

Les procédés de fabrication sont semblables à ceux déjà décrits. Les diverses opérations, l'énergie et l'outillage, ainsi que les autres détails de fabrication, sont dans la plupart des cas gardés sous secret.

Les tableaux qui suivent donnent les chiffres de la production canadienne de siliciure de carbone et d'alumine fondue, ainsi que ceux de la consommation totale des principaux ingrédients.

TABLEAU I

Production canadienne d'abrasifs artificiels

	1923		1924		1925	
	Tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur
		\$		\$		\$
Siliciure de carbone.....	12,660	1,382,747	15,207	1,773,864	18,033	2,194,496
Alumine fondue.....	32,201	3,620,497	29,822	3,170,204	27,592	2,992,306
Total.....	44,861	5,003,244	45,029	4,944,069	45,625	5,186,802

	1926		1927		1928	
	Tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur
		\$		\$		\$
Siliciure de carbone.....	20,285	1,779,492	17,334	1,961,910	19,008	2,098,199
Alumine fondue.....	34,649	3,423,526	35,085	3,230,928	39,413	3,786,113
Total.....	54,934	5,203,018	52,419	5,192,838	58,441	5,884,312

TABLEAU II

Principaux ingrédients entrant dans la fabrication des abrasifs canadiens

SILICIURE DE CARBONE¹

Année	Coke		Sable		Sciure de bois		Sel	
	Tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur
		\$		\$		\$		\$
1924.....	21,291	356,918	30,116	175,479	7,000	28,628	254	2,487
1925.....	20,434	361,825	33,528	196,204	7,010	23,757	410	4,433
1926.....	26,423	368,320	36,086	188,286	6,678	27,363	595	3,386
1927.....	24,661	313,456	34,843	171,470	6,907	26,890	447	4,522
1928.....	24,256	314,609	37,152	177,342	7,433	28,485	472	4,048

¹ Total des fours actuellement en usage = 65.ALUMINE FONDUE²

Année	Bauxite		Coke		Fer		Électrodes	
	Tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur
		\$		\$		\$		\$
1924.....	37,978	783,658	2,758	16,677	4,979	67,008	803	89,381
1925.....	33,066	691,993	2,865	16,877	4,913	60,886	830	99,715
1926.....	40,092	869,175	1,732	12,846	4,604	56,883	863	113,485
1927.....	35,528	757,710	3,271	23,705	3,322	42,333	894	120,792
1928.....	43,046	896,203	3,163	17,728	4,393	51,917	968	125,211

² Total des fours actuellement en usage = 25.

ÉTATS-UNIS

Tel qu'il a été dit précédemment, le gros des abrasifs artificiels est fabriqué au Canada et expédié à l'état brut aux filiales des Etats-Unis. Le silicure de carbone et l'alumine fondue sont fabriqués par la Carborundum Company, à Niagara-Falls, New-York, et par la Federal Abrasive Company, à Conniston, Alabama. L'alumine fondue est manufacturée par la Norton Company et par la General Abrasive Company, toutes deux installées à Niagara Falls, New-York. Les produits bruts du four sont broyés et classés par ces trois établissements. Les produits bruts canadiens sont aussi traités par la Carborundum Company, à Niagara-Falls, New-York, par la Norton Company, à Worcester, Mass. et par l'Exolon Company, à Blazedell, New-York.

Le tableau suivant donne la quantité globale d'abrasifs artificiels fabriqués dans les usines canadiennes et américaines.

TABLEAU III

Abrasifs artificiels bruts vendus, expédiés ou utilisés, provenant d'usines canadiennes et américaines, 1917-1928¹

Années	Silicure de carbone		Oxyde d'aluminium		Abrasifs métalliques		Total	
	Petites tonnes	Valeur	Petites tonnes	Valeur	Petites tonnes	Valeur	Petites tonnes	Valeur
		\$		\$		\$		\$
1917.....	8,323	1,074,152	48,463	6,969,387	1,125	93,703	57,911	8,137,242
1918.....	10,047	1,518,600	35,716	5,741,270	5,150	422,727	50,913	7,682,597
1919.....	28,435	3,380,151	19,723	3,811,498	2,360	274,200	50,518	7,465,849
1920.....	6,887	1,309,605	32,891	5,956,639	2,659	225,920	42,437	7,492,164
1921.....	2,707	475,336	7,325	1,318,771	3,167	202,040	13,199	1,996,147
1922.....	16,233	2,022,613	31,898	3,246,714	5,804	421,148	53,935	5,690,475
1923.....	21,149	2,786,929	51,391	5,378,926	8,229	612,140	80,769	8,777,995
1924.....	17,792	2,161,498	33,708	3,482,577	8,597	569,665	60,097	6,213,740
1925.....	24,112	2,493,756	53,253	4,714,562	11,165	780,612	88,530	7,988,930
1926.....	17,026	1,702,037	43,967	4,106,699	12,610	942,429	73,603	6,751,165
1927.....	26,239	2,603,571	50,973	4,516,637	13,364	839,683	90,626	7,959,891
1928.....	22,162	2,286,518	59,103	5,640,901	18,466	904,629	99,731	8,832,048

¹ "Abrasive Materials", Min. Res. United States. Pub. ann. du Bur. des Min. des É.-U.

EUROPE

Bien qu'il y ait environ seize usines d'abrasifs artificiels en Europe, la plupart fournissent un rendement faible et irrégulier, destiné surtout à leur propre consommation, ou sous forme de matériaux réfractaires. Leurs produits, à deux ou trois exceptions près, sont inférieurs aux abrasifs fabriqués en Amérique.

Le silicure de carbone est fabriqué par deux maisons allemandes et une dans chacun des pays suivants: France, Norvège, Suède et Tchécoslovaquie. Une usine norvégienne, située à Eydehavn, fournit le rendement le plus considérable. Le produit, connu sous le nom de "Sika", est exporté dans une faible mesure au Canada et aux Etats-Unis et l'on prétend qu'il se compare avantageusement avec l'abrasif américain. L'usine française de

silicure de carbone à La Bathie s'est récemment créé une place importante sur le marché européen; une autre usine importante est celle de Wessling, en Allemagne.

Il existe sept établissements d'alumine fondue en Allemagne, trois en France et une en Suède et en Suisse. L'Electro-Chimique de Mercus, France, est de beaucoup le plus considérable, ayant des usines à Mercus et à Bonnerville, en aval de la décharge du lac de Genève. Son abrasif est de bonne qualité et il est connu sous le nom de "Boro-Carbone"; il constitue au delà de 50 pour cent des abrasifs artificiels importés en Amérique. Une petite quantité d'alumine fondue ("Abrasite") est aussi importée de Basle (Suisse). L'"Achromine", un produit français, est surtout utilisé en Europe; d'autres produits sont: le "Veral", provenant de Laus (Allemagne), le "Dirubin" et le "Redurit", venant de Wessling (Allemagne).

La statistique de la production européenne n'est pas disponible. Les importations de ces abrasifs au Canada et aux Etats-Unis ont fléchi depuis deux ou trois ans. Elles sont données dans le tableau qui suit:

Abrasifs artificiels européens importés aux E.-U. d'A., de 1926 à 1928

Pays	1926		1927		1928	
	Petites tonnes	\$	Petites tonnes	\$	Petites tonnes	\$
France.....	2,884	191,340	1,568	100,991	1198.4	74,900
Allemagne.....	440	30,510	462	34,258	441.1	30,989
Norvège.....	113	13,047	-	-	327.3	27,805
Suède.....	-	-	2	150	-	-
Suisse.....	-	-	-	-	0.2	28
Royaume-Uni.....	-	-	-	-	0.2	36
Totaux.....	3,437	234,897	2,032	135,399	1,967.2	133,758

MEULES

La *meule*, ou meule abrasive artificielle, est classée comme produit manufacturé, du fait que l'agglomération des grains est réalisée artificiellement, tandis que la *meule naturelle* est taillée à même les bancs de pierre. La meule abrasive est en réalité une fraise avec des milliers de petites dents. Son action est celle de couper de petites lisières à l'aide des grains solidement maintenus dans l'agglomérant. Bien qu'elle n'attaque pas aussi profondément qu'un outil d'acier, sa vitesse de coupe est beaucoup plus grande. L'action de la meule naturelle est un peu différente, vu que le meulage est effectué surtout par des grains détachés maintenus en place par l'eau à la périphérie de la meule.

On a souvent discuté la propriété du terme assez inexact de "meule artificielle". La désignation "meule abrasive" est quelquefois usitée, mais l'action de la meule artificielle telle que décrite plus haut est plutôt une action coupante qu'usante, de sorte qu'il n'existe pas encore de désignation appropriée.

HISTORIQUE

L'origine de l'emploi de la meule naturelle est assez obscure, mais la fabrication des meules artificielles ne date que d'environ 70 ans.

A l'origine, le principal abrasif était l'émeri, et le corindon ne fit son apparition qu'au début du 19^e siècle. Ces deux abrasifs continuèrent d'être les deux plus utilisés jusqu'à l'apparition du silicure de carbone artificiel vers 1893. Les premières meules furent fabriquées plutôt en vue de la durée que de la coupe rapide, bien qu'en fait la lenteur de coupe fût attribuable au type d'abrasif utilisé.

On fabrique aujourd'hui des meules vitrifiées, silicatées et agglomérées à la gomme laque et au caoutchouc. Quelques détails d'intérêt historique sur la fabrication primitive de ces meules sont donnés ci-après.

Quelques-unes des premières meules moulées furent fabriquées en Angleterre avec un mélange d'émeri et de ciment Sorel (oxyde et chlorure de magnésium). La première meule solide d'émeri est attribuée à Henry Barclay, Angleterre, en 1842¹. La première meule agglomérée au caoutchouc fabriquée aux Etats-Unis est attribuée à T.-J. Myall, de Roxbury (Mass.), qui pris plusieurs brevets² en 1859 sur des procédés de fabrication de meules solides plus ou moins flexibles. Ces dernières étaient formées en mélangeant de l'émeri avec du caoutchouc, du gutta percha, du soufre et de l'huile d'olive. La New York Belting Company, en 1865, fut la première grande firme à produire pour le commerce des meules agglomérées au caoutchouc et qu'elle continue de fabriquer depuis cette époque.

Les meules à aggloméré céramique semblent devoir leur origine aux Etats-Unis et la première *meule vitrifiée* paraît avoir été fabriquée par Thomas Nelson³, de West-Troy (N.-Y.), qui, en 1864, moula un mélange

¹ Communication sur "Les meules abrasives", présentée en 1878, à la Society of Arts, de Londres, Angleterre, par A.-H. Bateman.

² E.-U., Brev. 22606, 11 janv.; 24039, 17 mai; 25747, 11 oct., et 25841, 18 oct. 1859.

³ E.-U., Brev. 44918, 1er nov. 1864.

d'émeri, d'argile et de fondant suivant la forme désirée et le soumit à une chaleur appropriée pour vitrifier la masse. En 1867, la Northampton Emery Wheel Company produisit une meule dans laquelle l'abrasif était aggloméré avec de la colle forte et de l'argile. La chaleur n'était pas utilisée, mais il fallait laisser sécher la meule pendant un temps considérable; les meules épaisses étaient obtenues en collant ensemble plusieurs meules minces. Le ciment au vernis fut perfectionné peu de temps après et des meules furent agglomérées à la gomme laque noire (Baking Japan), par J.-L. Otis¹, de Leeds (Mass.), en 1870. Le mélange composé d'émeri, de gomme laque, d'huile de lin bouillie avec ou sans litharge, était moulé suivant la forme désirée et cuit au four. La Northampton Company fabriqua des meules de ce genre jusqu'en 1910.

La production commerciale des meules vitrifiées commença vers 1871, alors que la Vitriified Wheel Company, de Ashland (maintenant Westfield) (Mass.), acquit les brevets de Nelson (1864 et 1866). Vers la même époque, en 1872, Swen Pulson fabriqua aussi des meules d'émeri vitrifiées. Il était associé avec F.-B. Norton et F. Hancock, fabricants de poterie en grès, de Worcester (Mass.), qui fabriquèrent les meules dans un four céramique.

Des brevets pour le procédé utilisant le *silicate de soude* comme agglomérant pour la fabrication de la pierre artificielle, furent accordés en Angleterre, à Seimans, en 1845, et à Ransome, en 1857, mais le principe en cause ne semble pas avoir été appliqué aux meules abrasives avant 1868. Vers cette époque, Gilbert Hart, fabricant de pierres artificielles de Détroit, travaillait à la fabrication d'appuis de fenêtre à partir d'un mélange de sable et de silicate de soude. Cette industrie ne fut pas heureuse et on émit l'opinion qu'il serait peut-être possible de fabriquer des meules artificielles en remplaçant le sable par de l'émeri. Les premières meules furent formées en mélangeant de l'émeri avec du silicate de soude et de l'argile, en moulant et cuisant à environ 500°F. Ces meules furent bien accueillies et un nouveau commerce fut établi. En 1878, un ami ayant été tué par l'éclatement d'une meule, Hart inventa un dispositif de sûreté composé d'un *treillage métallique* inséré dans la meule pendant la fabrication.² L'usage de ce treillage se répandit rapidement et fut un élément important de la croissance de l'industrie des meules. Ce dispositif est encore en usage de nos jours dans une certaine mesure.

Vers 1876, Henry Richardson, au cours de ses recherches en vue de produire une meule mieux adaptée aux travaux délicats dans la fabrication de ses outils lapidaires, fabriqua la première meule en *gomme laque*, effectuant les premiers essais sur le dessus d'un poêle de cuisine. Plus tard, Richardson fonda la Waltham Grinding Wheel Company, de Waltham (Mass.), et les premières meules en gomme laque firent leur apparition sur le marché en 1880.

De nombreux perfectionnements ont été apportés depuis aux diverses catégories de meules artificielles, mais aucun type nouveau n'a été réalisé, sauf l'introduction assez récente des agglomérants de résine synthétique telle que la "bakélite".

¹ E.-U., Brev., 100659, Northampton Emery Wheel Co., 8 mars 1870.

² E.-U., Brev. 201778, 26 mars 1878.

ÉTAT ACTUEL

La meule abrasive est indispensable dans l'industrie moderne et ses usages sont aujourd'hui si nombreux qu'elle est utilisée directement ou indirectement sur presque tous les matériaux. De nos jours il se fabrique des meules de toutes qualités, grandeurs et formes, qui ont complètement révolutionné l'art du machiniste. Ainsi, le meulage de précision et le meulage sans centre sont peut-être aujourd'hui les plus importants travaux d'atelier, car sans eux la réalisation des moteurs d'automobile et d'aéroplane et d'innombrables autres mécanismes courants serait impossible. Cet usage et l'utilité générale de la meule abrasive pour les travaux grossiers en font un instrument sans lequel l'industrie moderne n'aurait jamais atteint le degré d'avancement qu'elle occupe aujourd'hui. La meule a supplanté le tour et les machines-outils dans bien des travaux. Les meules modernes à base d'abrasifs, comme le silicure de carbone et l'alumine fondue, sont parfaitement uniformes et peuvent être fabriqués en série—deux éléments d'importance primordiale pour le succès de l'industrie.

On a estimé qu'il se vend annuellement pour vingt millions de meules abrasives aux États-Unis.¹

FABRICATION ET USAGES GÉNÉRAUX DES MEULES

Variation du grade² et du grain

La meule abrasive se compose essentiellement d'un abrasif et d'un agglomérant qui maintient le grain en place. Il existe une grande variété dans le type, la dureté, la ténacité et le degré de finesse de l'abrasif, ainsi que dans la nature, les constituants et la quantité d'agglomérant. De plus, les meules artificielles sont fabriquées par plusieurs procédés entièrement différents, et de la combinaison presque à l'infini de ces graviers, agglomérants et procédés résultent les nombreux types de meules adaptées à chaque genre de meulage dans l'industrie moderne. Elles varient de la meule dure, compacte et tenace, à pourcentage élevé d'agglomérant, utilisée pour les lourdes pièces en fonte, à la meule à structure perforée et poreuse, formée d'un abrasif cassant et très peu d'agglomérant, utilisée pour la coupe libre à froid.

Bien que les nombreuses conditions mentionnées plus haut jouent un rôle prépondérant, la composition et le pourcentage de l'agglomérant, surtout pour les meules vitrifiées, sont les principaux éléments qui déterminent le "grade" (dur ou tendre) d'une meule. Avec un fort pourcentage d'agglomérant, le grain abrasif adhère plus fortement à la meule en marche et ne s'arrache pas; c'est là une meule "dure"; dans les meules "tendres", où la proportion d'abrasif est supérieure à celle de l'agglomérant, les grains se détachent plus facilement et la meule offre sans cesse des grains frais. Une meule idéale est celle où les grains tombent ou se brisent au moment précis—ni avant ni après—où ils deviennent émoussés, et cette phase dépend entièrement de la nature et de la dureté de la pièce à meuler.

¹ Bolyea (B.): "Modern Grinding Wheels Lower Production Costs"; "Abrasive Industry", juin 1923, p. 166.

² "Grade" désigne le degré de dureté des meules.

Procédés de fabrication

Il y a cinq procédés de fabrication des meules abrasives, à savoir: de vitrification, ou silicate, agglomérant élastique ou à la gomme laque, à la résine synthétique ou à la bakélite et au caoutchouc. L'expérience a démontré que l'agglomérant vitrifié était le plus efficace pour la plupart des travaux de meulage, vu que par ce procédé on peut obtenir des grades beaucoup plus variés que par tout autre.

Procédé par vitrification

Le procédé par vitrification donne une structure perforée et poreuse qui permet une coupe libre et rapide, et comme la meule ainsi obtenue possède un agglomérant très tenace, elle s'adapte à presque tous les travaux. Environ 75 pour cent de tous les genres de meules utilisés aujourd'hui sont fabriqués par ce procédé. Toutefois, les grandes meules de plus de 36 pouces de diamètre ne peuvent pas être vitrifiées par suite du danger de gauchissement et de fissuration pendant la cuisson.

En résumé, ce procédé consiste à mélanger les agglomérants et le grain avec de l'eau dans des malaxeurs appropriés, verser ou transvaser avec une cuiller dans des moules, sécher, dégrossir sommairement en la forme désirée et cuire ensuite dans un four à poterie pendant un temps déterminé à une température rigoureusement contrôlée pendant que l'agglomérant est fondu ou vitrifié. Le dressage final à la dimension exacte, l'équilibrage, le manchonnage et l'essayage sont semblables pour tous les genres de meules. Suit une description détaillée du procédé tel qu'exploité en Amérique:

Les agglomérants céramiques se composent d'un mélange d'argiles fusibles et de feldspath. Plusieurs variétés d'argiles sont utilisées. Les principales sont la barbotine d'Albany, les argiles plastiques, les argiles réfractaires, les argiles à poterie, le kaolin et autres. La barbotine et le feldspath servent de fondants, mais ce dernier n'est pas employé pour les meules tendres; l'argile plastique, en plus d'être un bon réfractaire, constitue un excellent agglomérant et donne une meule dure. La terre à foulon est aussi utilisée pour la fabrication des meules tendres.

Les grains abrasifs, tels que le silicure de carbone et l'alumine fondue (aussi l'émeri et le corindon s'ils sont utilisés), préalablement nettoyés et classés en 20 grosseurs ou à peu près, de 8 à 220 mailles, sont ordinairement transportés à l'étage supérieur de l'atelier. Ils sont gardés séparément dans des récipients scellés ou des caissons fermés de façon à empêcher la pénétration de poussière ou d'huile qui empêcherait l'adhésion du grain à l'agglomérant. Pour plus de commodité au cours du malaxage, les agglomérants pour usage immédiat sont aussi gardés dans des caisses fermées au même étage, à proximité des grains.

Pour le malaxage, chacune des caisses contenant l'agglomérant et les grains communique avec l'étage inférieur par des tuyaux ou goulottes, par lesquels chaque ingrédient coule dans une benne à contrepoids, montée sur rails et pouvant cheminer sous les orifices des goulottes. Les proportions exactes des agglomérants et des grains (gardées en secret par les fabricants) sont pesées et basculées dans l'une des caisses à trémie qui communiquent aussi au moyen de goulottes avec l'étage principal de malaxage sous-jacent.

MÉTHODES DE MOULAGE

Deux méthodes de *moulage* sont utilisées: la méthode de *puddlage* qui consiste à former une pâte très épaisse par addition d'eau, et la méthode par *pression* dans laquelle le mélange est moulé presque sec et soumis à l'action d'une presse hydraulique. Une combinaison des deux procédés est quelquefois utilisée. La meule puddlée est beaucoup plus poreuse que la meule pressée. D'autres détails sont donnés ci-après.

Méthode par puddlage. Les ingrédients, en proportions définies, venant de l'étage supérieur, coulent dans une marmite de mélange hémisphérique munie de chicanes (planche VIII), dans laquelle ils sont agités avec addition graduelle d'eau jusqu'à ce que la masse forme une pâte claire. Le malaxage dure d'une à trois heures, selon la quantité du mélange, jusqu'à ce que l'air soit expulsé. On ne mélange jamais plus de 700 livres à la fois, car il y aurait danger que des bulles d'air demeurent dans la pâte, ce qui causerait des points faibles dans la meule finie. Lorsque le malaxage est terminé, le tampon au fond de la marmite est enlevé et la pâte coule dans une série de moules. Ces moules se composent de cercles en feuillards de fer, un peu plus grands que la dimension de la meule finie, supportés par des plaques ("batts") et garnis de papier fort. Le versement dans les moules doit être effectué avec soin et lentement, et la pâte doit être agitée ou puddlée à la main avec la cuiller pour chasser tout l'air qui pourrait être emprisonné.

Pour puddler un gravier très fin, tel que celui qui entre dans les meules utilisées pour le biseautage du verre, chaque moule est muni d'un petit agitateur mécanique avec une vis sans fin qui élève graduellement les agitateurs dans le mélange fluide contenu dans le moule, au taux d'environ 1 pouce par 5 minutes, jusqu'à ce qu'ils soient sortis du mélange.

Pour le séchage, les moules qui contiennent la pâte humide sont grossièrement lissés, puis placés dans une salle sèche pendant deux jours, sans chaleur, après quoi on enlève l'eau à la surface à l'aide d'une cuiller. Ils sont ensuite envoyés à une salle de séchage et maintenus à une température d'environ 120° à 150°F., pendant des périodes variées, jusqu'à 8 jours, suivant la dimension de la meule. Toutefois, le séchage des grosses meules exige parfois plusieurs semaines. Les meules vertes sont ensuite envoyées à l'atelier d'"ébarbage".

Méthode par compression. Les ingrédients préalablement pesés sont envoyés à un tonneau dessableur et additionnés d'une quantité d'eau suffisante pour les rendre humides. Dans certains cas, on ajoute de l'hydrate d'ammoniaque et un liant adhésif. Les ingrédients sont malaxés dans le tonneau pendant plusieurs heures de façon à les mélanger à fond et que chaque grain soit parfaitement recouvert d'adhésif. Le mélange doit être assez sec pour conserver sa forme, quand la quantité exacte est disposée uniformément dans un épais moule d'acier de la dimension et de la forme exactes de la meule. Après avoir lissé soigneusement la surface, un couvercle, qui s'ajuste hermétiquement sur le moule, est inséré et le tout est placé sous le piston d'une presse hydraulique et soumis à une pression de 2,000 à 3,000 livres par pouce carré (planche XA). La pression dépend du type de meule désiré et du grade que l'on veut donner à celle-ci. Plus la

pression est grande, plus dure et plus compacte est la meule. Le moule est alors enlevé et la meule séchée dans une salle à air chaud, comme dans le procédé par puddlage, mais le temps de séchage est beaucoup plus court et ne dure qu'environ une journée.

Les meules obtenues par compression sont très compactes mais pas toujours dures. Cette méthode est plus rapide et exige moins d'habileté que le puddlage, les meules n'ayant pas à être ébarbées, et elle donne d'ailleurs les mêmes types de meules que par puddlage.

Méthodes combinées. La pâte humide, telle qu'utilisée dans le procédé par puddlage, est quelquefois moulée, laissée à durcir, puis remoulée dans des moules d'acier munis de plaques à la base et au sommet, et finalement soumise à une pression hydraulique de 500 à 700 livres au pouce carré. Ce remoulage et cette pression tendent, cependant, à séparer les particules dans un sens et à les refouler dans l'autre et altère ainsi la texture de la masse. On obtient de meilleurs résultats en soumettant la pâte fraîchement moulée, mais plus sèche, à une pression appliquée en même temps par en dessous et par en dessus.

ÉBARBAGE

Après que les meules "vertes" obtenues par l'une ou l'autre des méthodes mentionnées plus haut ont été complètement séchées, elles sont roulées dans la salle d'"ébarbage". La meule est enlevée de sa plaque et placée sur une table circulaire rotative. Avec des outils spéciaux, la meule verte encore tendre est dressée ou ébarbée suivant la forme et la dimension désirées, mais en laissant suffisamment de bavure pour permettre le retrait au four et la rectification; l'alésage pour l'axe est effectué à ce moment (planche IXA).

Toutes les ébarbures sont conservées et emmagasinées pour être utilisées comme grain rectifié.

CUISSON

Les fours sont ordinairement du type circulaire combiné, à tirage ascendant et descendant du genre de ceux qui sont utilisés pour cuire la poterie. De huit à dix foyers s'étendent radialement vers l'intérieur à la base du four. Le charbon est le combustible ordinaire. Les fours ont de 8 à 18 pieds de diamètre sur 30 à 60 pieds de hauteur, les plus petits servant à la cuisson des petites meules. Une structure intérieure en forme de dôme est ménagée à l'intérieur du four, à environ 20 pieds au-dessus de la sole sur laquelle les meules sont empilées. Les fours sont construits de façon à permettre la circulation libre des gaz chauds entre les piles de meules, à travers les trous de la sole; les gaz s'échappent par l'étroit espace entre la paroi interne et la paroi externe. Dans certaines grandes installations on utilise depuis assez récemment de grands fours à compartiments, à marche continue, chauffés au gaz de gazogène. Les gaz perdus provenant d'un compartiment passent dans les autres, ce qui réduit de beaucoup la quantité de combustible consommée dans les fours séparés.

Les meules ébarbées sommairement et encore molles revenant de la salle d'ébarbage sont placées dans des cerces en argile réfractaire appelés

“cazettes”, dont le sommet et le fond sont recouverts de tuiles réfractaires. Les meules sont solidement et uniformément enrobées dans du sable quartzeux à l'intérieur des cazettes, dont toutes les fissures sont tamponnées avec de l'argile afin d'empêcher la flamme d'atteindre les meules. On place deux ou trois petites meules par cazette, mais celles qui ont plus de 15 pouces de diamètre exigent une cerce chacune. Les meules de 20 pouces ou plus sont empilées dans des cazettes à sections—3 sections ou plus par cerce—les joints étant bien bouchés avec de l'argile. Les cazettes et leur contenu sont ensuite empilées jusqu'à ce qu'elles atteignent presque le toit du dôme interne. L'opération est répétée jusqu'à ce que le four soit rempli (planche IXA).

Il faut beaucoup d'habileté pour charger un four — chaque meule doit être enfermée parfaitement de niveau dans le sable, sans quoi elle est susceptible de gauchir; toutes les fissures dans les cazettes doivent être soigneusement bouchées; l'espace entre les piles doit être tel que les gaz chauds qui circulent distribuent également la chaleur, en même temps les piles doivent être assez rapprochées les unes des autres pour que le four soit chargé à son maximum. Après la charge complète du four, des cônes pyrométriques sont placés à l'intérieur, sur une tablette, vis-à-vis de chaque regard et la porte est scellée hermétiquement.

La chaleur doit être appliquée à un taux défini, graduellement et uniformément, jusqu'à une intensité maximum déterminée. La durée de la cuisson et de la “période de cuisson à température uniforme”, et, dans une certaine mesure, la température elle-même, dépendent de la dimension et du type de meules, ainsi que de la dimension du four. Pour les fours de grande dimension, de 15 pieds ou plus de diamètre, il faut de 3 à 4 jours pour atteindre la température requise, laquelle varie de 2,400° F. à 2,800° F. La température est maintenue constante pendant une période déterminée d'avance. Cette période de séjour à la température maximum a pour but d'assurer l'homogénéité dans toutes les meules et varie de 3 à 24 heures. On laisse ensuite refroidir le four graduellement pendant 10 à 14 jours. Il est ensuite vidé, les cazettes sont enlevées et les meules sont envoyées à l'atelier de finissage. Le cycle opératoire, chargement, cuisson, refroidissement et vidange prend environ 3 semaines, mais pour le petit four de 8 pieds la cuisson prend environ une semaine.

La température est réglée avec soin et surveillée à l'aide de pyromètres enregistreurs électriques spéciaux qui indiquent le degré de chaleur à toutes les phases de la cuisson et le taux d'augmentation au début de l'opération. La température finale quand la cuisson est terminée est vérifiée au moyen de cônes pyrométriques du type Orton ou Seger.

Le mode de chauffe et le contrôle rigoureux de la température sont de la plus haute importance. Si la chaleur est trop intense, l'agglomérant est détruit et la meule devient molle comme un gâteau de miel, ou trop dure; si la température est trop basse, la meule est trop tendre et le liant ne fond pas suffisamment; si le four est chauffé trop rapidement les meules sont susceptibles d'avoir des points trop durs et trop tendres; un refroidissement trop rapide entraîne toujours la fissuration de plusieurs meules qui sont par suite sans valeur.

Les toutes petites meules, cylindres, etc., sont quelquefois cuites dans des moufles d'une capacité d'une verge cube environ. Ils n'exigent pas une

chauffe aussi prolongée et peuvent être cuites et refroidies au cours d'une période de 4 à 6 jours.

Les meules en *carbure de silicium* prennent à la cuisson une couleur de gris à gris noir, selon la quantité de liant et la grosseur du grain.

Les meules ordinaires en alumine prennent diverses nuances de brun foncé.

Les meules *spéciales en alumine*, celles fabriquées en "alundun" blanc, numéro 38, ou en "aloxite AA", ou celles qui renferment de l'alumine presque pure, par exemple, prennent une coloration rouge brique.

Les meules de *corindon naturel* prennent aussi un ton rouge brique, mais un peu plus foncé. Elles renferment parfois des taches noires causées par les impuretés fondues.

AVANTAGES

Les usages de la meule vitrifiée sont plus nombreux que ceux de toute meule fabriquée par quelque autre procédé. La porosité et la grande ténacité du liant permettent de couper davantage par pouce carré proportionnellement à l'usure de la meule. Par suite de sa dureté, l'agglomérant céramique constitue par lui-même un abrasif et aide au meulage. Les meules sont indifférentes à l'eau, huiles, acides, soude, aux conditions ordinaires de température, et sont utilisées pour le meulage humide ou à sec.

Procédé au silicate

Ce procédé est assez rapide et de contrôle facile. Les meules silicatées sont plus compactes mais généralement plus tendres que les meules vitrifiées. Ce sont essentiellement des meules coupant à froid possédant une puissance de coupe relativement faible. Elles sont utilisées sur les aciers durcis et trempés tels que ceux des outils tranchants, coutellerie, etc., et pour le meulage des pièces de grande surface, pour éviter le chauffage excessif des pièces. Elles ne doivent pas être utilisées pour le meulage grossier ordinaire ou cylindrique. Les grosses meules de plus de 36 pouces de diamètre sont fabriquées par ce procédé.

Avec du corindon naturel impur comme abrasif, on obtient par ce procédé une meule de meilleure qualité, vu que la haute température exigée par la vitrification tend à fondre les impuretés et forme des taches noires.

Jusqu'à tout récemment l'agglomération du carbure de silicium par le procédé au silicate présentait une certaine difficulté à cause de la surface lisse de l'abrasif et de la formation d'une mince pellicule d'hydrogène entre la surface et la solution alcaline. Cette difficulté peut être surmontée en ajoutant un agent oxydant tel que le permanganate de potassium. Le mélange d'une petite quantité de grain d'alumine fondue aide à l'agglomération. Dans le procédé au silicate on connaît deux méthodes: par voie humide et par voie sèche.

MÉTHODES

Voie humide. C'est la méthode employée par la plupart des fabricants. Le grain est mélangé avec du silicate de soude liquide; on ajoute d'ordinaire de l'oxyde de zinc pour rendre la meule imperméable à l'eau. Le silicate est concentré jusqu'à consistance visqueuse renfermant environ

54 pour cent de matière solide. Pour certaines meules aucun liant céramique n'est utilisé, mais l'addition d'argile ou de sous-carbonate de chaux aide à l'agglomération et au séchage du mélange et empêche ainsi le silicate de déborder pendant la cuisson. Une substance inerte, telle que du silice en poudre, est parfois incorporée aux meules dures spéciales; quelques fabricants anglais ajoutent un peu de verre en poudre pour aider à l'agglomération. Quand l'une ou l'autre de ces substances est utilisée, elle est mélangée avec le grain dans un tonneau dessableur de façon à envelopper complètement le grain. Les ingrédients sont ensuite transmis à un agitateur mécanique où le silicate liquide est ajouté et agité jusqu'à ce que la masse ait pris une consistance demi-solide. La boue est ensuite mise, peu à peu, dans un moule en forme de coffret circulaire. La surface de la couche déposée est comprimée avec un marteau ou une barre de bois après chaque ajout et le procédé se continue jusqu'à ce que le moule soit rempli. On martèle enfin avec un maillet à large face. On prétend qu'on obtient de meilleures meules par une habile compression à la main que par un dispositif mécanique. Cependant, pour certains types de meules, les pilons électriques donnent d'excellents résultats.

Pour les meules minces, le mélange est comprimé dans le moule au moyen d'un cylindre métallique. Lorsque la moitié du mélange est déposé, on insère une toile métallique circulaire et le reste du mélange est comprimé dans le moule. Le diamètre de la toile métallique est d'environ la moitié de la meule et constitue une mesure de sûreté au cas où une trop grande vitesse périphérique provoquerait la rupture de la meule. Quelques fabricants reforcent les meules plus épaisses avec deux et même trois rangs de toile métallique à équidistance et les dament ou les compriment à l'aide d'un cylindre.

Comme les meules silicatées sont moulées à leur dimension définitive, il n'est pas nécessaire de les ébarber comme pour les meules vitrifiées. Après un séchage de plusieurs heures, les meules vertes sont ordinairement retirées des moules (pas toujours, cependant), et cuites dans des fours spéciaux chauffés à l'électricité ou au charbon. La température varie avec le type de meules et oscille entre 400° F. et 550° F. La cuisson dure de 20 à 80 heures et dépend surtout de la dimension de la meule.

Voie sèche. Cette méthode qui est aujourd'hui très peu employée en Amérique consiste à mélanger le silicate de soude sec en poudre avec le grain abrasif et à ajouter ensuite l'agglomérant et l'eau jusqu'à formation d'une masse parfaitement humide. Ce mélange est ensuite placé peu à peu dans une cazette et damé ou comprimé à l'aide d'un cylindre, de la même manière que par voie humide, jusqu'à ce qu'il déborde de la cazette. Il est alors martelé et pilé à niveau avec de larges barres, complètement séché à l'air et cuit sans le retirer du moule pendant 24 heures environ, à une température n'excédant pas 300° F. Des toiles métalliques sont insérées dans certains types de meules de la même façon que celle décrite plus haut.

Toutefois, la méthode par voie humide est presque universellement employée pour les raisons suivantes: Il est difficile de mélanger uniformément le grain abrasif grossier et le silicate sec en poudre, de plus le silicate n'est pas facilement soluble, de sorte qu'il faut ajouter une quantité d'eau considérable pour obtenir une dissolution complète, ce qui donne un mélange humide qui tend à son tour à produire une meule inégale. Aussi, à moins que

la meule ne soit séchée à fond avant la cuisson, la formation de vapeur suffit à la rompre¹.

Par ailleurs l'agglomérant de silicate liquide est tel que les grains une fois émoussés se détachent et présentent sans cesse de nouvelles arêtes coupantes.² Les meules ainsi fabriquées sont non seulement plus homogènes que celles réalisées par voie sèche, mais il est aussi plus facile d'en contrôler le grade. Certains fabricants donnent à leurs meules une plus grande ténacité en ajoutant un peu de silicate en poudre ou liquide après le malaxage.

AVANTAGES

Le procédé au silicate possède les avantages suivants sur le procédé par vitrification: les meules peuvent être fabriquées en quelques jours; elle sont moins coûteuses; la cuisson est plus facile à contrôler; des meules de toutes dimensions, atteignant jusqu'à 60 pouces de diamètre, peuvent être fabriquées. Ce procédé peut être mis en œuvre par les petits fabricants, vu qu'il exige une usine assez petite et un outillage peu compliqué.

Procédé élastique ou à la gomme laque

Ce type de meules, comme le nom du procédé l'indique, cèdent légèrement sous l'effort. Elles sont moins poreuses que les meules vitrifiées et supportent mal la chaleur. Ce procédé est surtout utilisé pour la fabrication des meules très minces pour le meulage des pièces légères, telles les meules boisseaux et les meules assiettes et d'autres formes minces pour le coupage, le mortaisage, l'affûtage des dents de scie fine, l'affûtage des fraises pour alésoires, pour le finissage des chemins de roulement à billes, etc., et pour le sciage et le surfaçage du granite et du marbre. Comme ces meules sont toujours à grain fin, elles sont aussi utilisées quelquefois pour le finissage de précision, tel que pour les cylindres d'acier, les bidons d'acier durci. Dans quelques cas elles sont utilisées pour la rectification cylindrique des pistons d'aluminium.

On trouvera ci-après une description détaillée du mode de fabrication.

L'agglomérant formé de gomme laque en paillettes ou en poudre est mélangé avec le grain dans un malaxeur chauffé à la vapeur, jusqu'à ce que le grain soit complètement enveloppé de gomme laque fondue. On laisse durcir la masse qui est ensuite passée entre des cylindres assez éloignés pour briser la masse en petits fragments sans toutefois briser le grain abrasif, après quoi les refus sont tamisés.

Pour la fabrication des meules minces, $\frac{1}{8}$ de pouce ou moins, la matière tamisée est mise dans un moule de la dimension exacte de la meule, muni d'un double fond qui peut être chauffé pour rendre la masse plastique. Le mélange est ensuite comprimé à l'épaisseur désirée à l'aide d'un rouleau d'acier et un couvercle chaud est placé au sommet et bridé hermétiquement avec des crampons. Lorsque la meule est durcie, elle est retirée du moule, placée dans le sable et cuite dans un four pendant 12 heures, à une température d'environ 300°F.

¹ Vail (J.-G.): "Soluble Silicates in Industry". Am. Chem. Soc., Monograph n° 46, 1923.

² Renseignement personnel, Philadelphia Quartz Company.

Pour les meules plus épaisses, le mélange est comprimé dans de grands moules d'acier chauds, recouverts d'un couvercle et soumis à une presse hydraulique (planche XB). Après la prise, la meule est retirée et cuite au four pendant 24 heures, à une température oscillant entre 350° et 400°F.

Au lieu de la gomme laque, certains fabricants anglais utilisent de l'huile de lin bouillie à laquelle du verni, de la résine ou de la gomme ont été ajoutés de façon à produire un mélange suffisamment visqueux.¹ Le tout est traité et cuit à 50°F., de la façon décrite plus haut, laissé à refroidir pendant quelque temps et recuit à une température d'environ 350°F., pendant 12 heures. Parfois l'huile de lin, ou la créosote, est utilisée comme agglomérant en combinaison avec la gomme laque.

Les meules à la gomme laque, de plus de $\frac{1}{2}$ de pouce d'épaisseur, doivent être restifiées au diamant après la cuisson.

AVANTAGES

Les meules à la gomme laque sont assez élastiques et peuvent résister à un effort centrifuge intense et à une pression latérale considérable. Elles travaillent humides et à sec. On peut fabriquer par ce procédé des meules très minces, $\frac{3}{8}$ de pouce, assez résistantes pour être utilisées en toute sécurité. Pour certains travaux les meules à la gomme laque donnent un meilleur fini que toute autre meule. Le procédé de fabrication est rapide et de contrôle facile.

Procédé à la bakélite

Les résines synthétiques, telles que la "Bakélite" et le "Redmanol", sont en train de supplanter rapidement les meules à la gomme laque. Leurs usages sont beaucoup plus nombreux bien qu'elles ne donnent pas un aussi bon fini, et, sous ce rapport, elles se rapprochent des meules vitrifiées. Les meules agglomérées en bakélite furent d'abord employées pour les travaux de précision et pour la fabrication de minces meules pour le coupage, l'affûtage des dents de scie, etc., usages pour lesquels elles sont souvent supérieures aux meules à la gomme laque. De récentes expériences ont démontré que les meules à gros grains agglomérées en bakélite sont sans égales pour les travaux grossiers ordinaires d'ébarbage des pièces moulées et pour d'autres usages où elles ont remplacé les meules vitrifiées.

La bakélite en poudre fine est mélangée à sec avec le grain et une petite quantité d'une solution spéciale est ajoutée pour la rendre plastique. Après un malaxage parfait, la masse est refoulée à travers un tamis afin de séparer le grain enduit de bakélite en petits agrégats. Ceux-ci sont placés dans des moules d'acier chauffés, de la dimension requise, et comprimés à l'aide d'un rouleau d'acier. Des meules plus épaisses et plus compactes sont fabriquées en soumettant le mélange à une presse hydraulique chauffée à la vapeur ou à l'électricité. Pour les meules à texture plus perforée et moins compactes, le mélange se fait à froid, et les meules encore molles, quelle que soit leur épaisseur, sont comprimées à froid dans une presse hydraulique; l'hiver est la saison la plus propice à la fabrication par ce procédé. Les meules sont ensuite cuites dans un four à environ 300°F. entre des plaques de fer pour leur conserver leur forme.

¹ Searle (A.-B.): "Abrasive Materials"; Pub. chez Sir Isaac Pitman & Sons, Londres, p. 49 (1922).

AVANTAGES

Le principal avantage de ces meules est de pouvoir travailler à de plus grandes vitesses (vitesse circonférentielle de 9,000 pieds à la minute) que les meules vitrifiées (5,000 à 6,000 pieds par minute), et que leur vitesse de coupe est très grande, réduisant ainsi le coût du meulage et augmentant le taux de la production. Leurs autres avantages sont l'étendue presque illimitée de leurs usages, leur indifférence à la chaleur ordinairement produite au cours du meulage, et, par conséquent, de ne pas brumer la pièce. De plus, des meules relativement dures peuvent être produites par ce procédé. Les sources et la qualité de la bakélite sont uniformes, tandis que pour de la gomme laque, qui est une substance organique, la qualité n'est pas toujours uniforme. De plus, comme elle est importée des tropiques, l'approvisionnement n'est pas toujours régulier.

Procédé au caoutchouc

Les meules agglomérées au caoutchouc, ou vulcanisées, n'exercent leur action que lorsque le caoutchouc est fondu. Elles doivent, par conséquent, être mises en mouvement à une vitesse circonférentielle suffisante—environ 8,000 à 10,000 p.p.m.—pour fondre l'agglomérant par le frottement contre l'objet travaillé, autrement elles se lissent et ne mordent pas. Les grosses meules doivent être montées sur de solides supports de manière à réduire les vibrations au minimum, et munies de carters de protection et travailler à une vitesse uniforme. Les meules au caoutchouc s'améliorent avec le temps, et l'on devrait attendre deux ou trois mois avant de s'en servir.

Bien que l'émeri naturel soit rarement utilisé de nos jours comme abrasif, le meilleur émeri de Turquie, à cause d'une certaine ténacité, est réputé comme convenant très bien aux meules utilisées pour donner un haut fini ou poli.¹

Les meules vulcanisées sont utilisées sous formes de meules minces, très dures, pour des usages analogues à ceux des meules à la gomme laque. Les grandes meules à gros grain, de 24 pouces de diamètre et de 2 à 3 pouces d'épaisseur, sont aussi beaucoup utilisées pour l'ébarbage des grosses pièces d'acier et des pièces en fonte malléable.

Les meules en caoutchouc sont considérablement utilisées comme meules "d'entraînement" dans les machines à rectifier sans centre, mais dans ce cas, elles n'ont vraiment aucune action abrasive. A cause de leur dureté, elles conservent mieux leur forme et durent plus longtemps que les autres types de meules. Le mode de fabrication est le suivant:

Les quantités préalablement pesées de feuilles de caoutchouc brut de la meilleure qualité, de grains abrasifs, de fleur de soufre (agent de vulcanisation) et de rouge, sont mélangées en les comprimant entre des cylindres. La feuille est repliée sur elle-même et repassée plusieurs fois entre les cylindres pendant que le grain s'étend graduellement jusqu'à ce qu'il soit complètement et uniformément mélangé. On emploie quelquefois des cylindres chauffés à la vapeur qui s'échauffent par le frottement, ce qui aide à l'opération, mais s'ils deviennent trop chauds le caoutchouc fond et colle. Certains fabricants passent d'abord la feuille à travers des

¹ Renseignement personnel. New York Belting & Packing Co.

cylindres verticalement, de haut en bas, et lorsque le grain est incorporé de façon bien homogène, elle passe de nouveau horizontalement dans une calandre ouverte à l'épaisseur désirée. La feuille est ensuite coupée à la dimension exacte au moyen de matrices circulaires (machine à matricer), ou à l'aide d'un couteau bien tranchant, puis le trou central est découpé. On la presse dans des moules chauds et on la laisse vulcaniser. Le caoutchouc ne doit pas être pressé à plus de $1\frac{1}{4}$ pouce d'épaisseur. Les meules épaisses sont obtenues en comprimant et en vulcanisant successivement plusieurs feuilles.

Certaines meules sont montées sur des centres spéciaux en fer qui peuvent être remplis de nouveau après l'usure de chaque meule. Elles peuvent travailler en toute sécurité à de grandes vitesses et ne font pas de débris.

Les meules de plus de $\frac{1}{8}$ de pouce doivent être rectifiées au diamant.

Certains fabricants européens préparent une solution en dissolvant le caoutchouc dans de l'huile chaude ou quelque autre dissolvant. Quand la solution est refroidie, l'abrasif et le soufre sont ajoutés et agités sans cesse dans un malaxeur chauffé à la vapeur, jusqu'à la formation d'une pâte consistante. Cette pâte est alors moulée alors qu'elle est encore chaude et soumise à une pression hydraulique de 2,500 à 3,000 livres au pouce carré pendant plusieurs minutes et ensuite vulcanisée. Pour les petites meules, la pâte est passée entre des cylindres et les formes sont taillées à même la feuille obtenue et traitées de la façon ordinaire..

AVANTAGES

Bien que les usages des meules vulcanisées soient restreints, leurs principaux avantages sont leur grande dureté (puisqu'elles sont considérablement plus dures que les meules à la gomme laque), leur durabilité et la sécurité qu'elles offrent lorsque soumises à un grand effort.

Finissage des meules

Les meules inachevées, fabriquées par l'un des procédés décrits précédemment, doivent encore subir une série de manipulations avant d'être mises en usage. On trouvera ci-après quelques détails de ces opérations:

Classement. Les meules sont d'abord examinées pour voir si elles présentent des fissures et "sonnées" avec un marteau; elles doivent rendre un son clair. Toutes les meules défectueuses sont mises de côté. Celles qui ont été éprouvées sont classées par dimension, par grosseur du grain et par ordre de dureté, en examinant les marques spéciales faites sur les meules vertes avant le traitement thermique.

Rectification. Après le classement, les meules sont envoyées à la salle de rectification. Là, elles sont montées sur des tours, saisies dans un mandrin universel et rectifiées sur chaque côté et de champ aux dimensions exactes, en prenant bien soin de conserver l'équilibre. On se sert généralement de fraises coniques en acier durci, fixées à angle contre la partie de la meule tournante qui doit être rectifiée. La fraise tourne par la pression exercée contre la meule. Pour la face des petites meules, on se sert du type

ordinaire de molettes à aviver, tandis que pour les meules minces et pour certains types de meules (surtout les meules à agglomérant élastique ou en caoutchouc), on emploie un instrument à pointe diamantée.

Il est aussi nécessaire de rectifier et de dresser les meules pour les maintenir en parfaite condition et forme pendant qu'elles sont en service.

Manchonnage. La meule est maintenue à plat par le centre, sur un appareil spécial ou "bride de serrage" réglable. On insère un mandrin, ou "arbre" de la dimension requise et l'espace entre la broche et la meule est plombé. Le plomb est versé par le trou central d'un disque de tôle qui recouvre la meule et empêche le plomb de couler sur la face de celle-ci. L'alésage est fait un peu plus grand que le diamètre de la broche sur laquelle la meule doit être montée, car si le trou est trop petit la meule est susceptible d'éclater en insérant la broche; par contre, s'il est trop grand, la meule ne tourne pas rond et se déséquilibre. La limite de jeu est entre 0.002 et 0.005 de pouce de diamètre. On enlève l'arbre et on affleure le manchon avec le côté de la meule au ciseau. Il faut prendre cette précaution sans quoi le plomb faisant saillie à l'extérieur pourrait affecter la portée de la bride sur laquelle repose la meule. Si le classement est déjà fait, les symboles de dureté, grosseur du gain et agglomérant sont frappés sur le manchon encore tendre et constituent une indication utile et permanente.

Bien que le plomb soit généralement employé, le régule, qui est un peu plus dur, sert pour les meules destinées aux travaux de grande fatigue.

Équilibrage. A cause de la grande vitesse de rotation de la meule, il est de première importance qu'elles soient parfaitement équilibrées. Les défauts de surface qui se développent en cours d'usage sont en grande partie dus à ce que la meule a été mal équilibrée, bien que dans certains cas ce déséquilibre soit causé par un mauvais montage. Un équilibre parfait est essentiel pour le meulage de précision.

L'équilibre d'une meule neuve peut être affecté par la position de l'alésage, une légère variation dans la densité de la matière qui forme la meule ou par des variations d'épaisseur engendrées à la rectification. L'équilibrage par contrepoids se fait de la façon suivante:

Un arbre spécial (avec bride de serrage, si nécessaire), est inséré dans les meules de plus de 12 pouces de diamètre, les extrémités duquel reposent sur un bâti élevé avec deux bords parallèles horizontaux, appelés "voies d'équilibre". La meule est ensuite mise en mouvement et quand elle s'arrête on marque le sommet, ou point plus léger, et on répète l'opération plusieurs fois pour vérifier. On fixe alors à l'aide de crochets à ressorts, à l'endroit marqué à la périphérie de la meule, un nombre de poids suffisant pour la maintenir immobile pour un quart de révolution dans un sens ou dans l'autre. La pesanteur des crochets et des poids de charge est indiquée sur la meule et ensuite une quantité déterminée est enlevée du côté plus léger, près de l'alésage, et remplacée par du plomb de façon à obtenir un équilibre parfait. Des brides et des manchons spéciaux pour l'équilibrage sont fabriqués par les grands producteurs de meules pour leur propre usage et pour leur clientèle. Ces brides sont munies d'une rainure en queue d'aronde dans laquelle glissent deux contrepoids réglables dans la rainure.¹ La méthode

¹ Norton Company. Notice industrielle.

d'essai est telle que décrite. Si les deux poids se touchent au sommet, le déséquilibre est maximum, et s'ils se font face en ligne droite avec le centre, il n'est pas nécessaire d'ajouter de contrepoids. La quantité de plomb à être ajoutée est calculée d'après l'angle formé par le centre des deux poids et le centre de l'alésage; plus cet angle est petit, plus grande est la quantité de plomb qu'il faut ajouter.

Les meules à grand alésage (plus de 5 pouces), sont montées sur des armatures.

Essai de vitesse. Toutes les meules de plus de 6 pouces de diamètre subissent cet essai à une vitesse d'au moins 50 pour cent plus grande que celle à laquelle elles doivent normalement travailler. La force centrifuge est proportionnelle au carré de la vitesse, de sorte que pendant l'essai, l'effort déployé est le double de celui que la meule subit lorsqu'elle travaille normalement.

Les meules sont montées sur un lourd support, muni d'arbres secondaires, de vitesse variable, auxquels est attaché un vélocimètre de précision. La machine est enfermée dans une forte boîte protectrice en acier ou en chêne qui retient les fragments au cas où la meule éclate. On note soigneusement la vitesse à laquelle chaque meule a été éprouvée et on l'inscrit sur l'étiquette de la meule et dans un registre. A la fin de la journée, les préposés à ce travail doivent ordinairement prêter serment devant un notaire public quant à l'exactitude de leurs données d'essai. Après que la meule a subi cette épreuve, elle est considérée comme absolument solide et le danger d'éclatement à peu près nul si elle est utilisée dans les conditions spécifiées. Les accidents causés par éclatement sont, dans presque tous les cas, dus à d'autres causes qu'à un défaut de confection, et surtout au mauvais montage.

A cause de la légèreté relative du silicure de carbone, les meules fabriquées avec cet abrasif peuvent travailler (à toutes choses égales) à des vitesses légèrement plus grandes que celles des meules fabriquées avec d'autres abrasifs.

Classement final. Bien que certains fabricants effectuent le classement par quelque dispositif mécanique, la plupart ont encore recours au classement à la main. L'outil employé ressemble à un tournevis à gros manche avec tige mince et effilée. L'ouvrier presse l'outil contre le côté de la meule en plusieurs endroits en donnant en même temps à l'outil un léger tour de main. Le son produit et la résistance à tourner l'outil indiquent la dureté de la meule qui est ensuite comparée avec certaines meules étalons, de dureté connue. Le grade est ensuite inscrit sur le certificat de la meule. Ce mode de classement exige beaucoup d'habileté et d'expérience, mais chez un ouvrier expérimenté l'ouïe et le toucher sont des guides sûrs. Toutefois, tant qu'une machine universelle de classement précis n'aura pas été imaginée, la standardisation exacte du grade des meules fabriquées ne pourra pas être accomplie—et la standardisation est une exigence qui se fait grandement sentir¹. Il y a environ 25 degrés de dureté, dont les symboles de catégorie seront décrits plus loin.

¹ Une machine pour l'essai de la dureté des meules a récemment été lancée dans le commerce par l'Abrasive Engineering Corporation, Détroit. Pour de plus amples détails, voir "Abrasive Industry," mai 1929, p. 43.

Étiquetage et inspection. Une étiquette circulaire portant le nom de la firme, le nom de commerce de la meule, (indiquant si elle se compose de siliciure de carbone ou d'alumine fondue) et d'autres indications, est ordinairement collée sur le côté de la meule. Chaque meule porte aussi une étiquette, ou certificat, donnant tous les détails, tels que dureté, grosseur du grain, procédé de fabrication (par vitrification, au silicate, à la gomme laque, à la bakélite, ou au caoutchouc), diamètre, épaisseur, diamètre de l'alésage, forme, vitesse d'essai, vitesse maximum d'opération, numéro de la commande, etc.

Les meules finies sont minutieusement examinées en vue de rectifier toute erreur sur le certificat et de découvrir si elles présentent des fissures. Elles sont envoyées à l'entrepôt ou emballées pour l'expédition. La planche XA donne une vue générale d'un atelier de classement et d'inspection.

Désignation des meules

Le grade, le numéro du grain et d'autres indications sont marquées sur chaque meule lorsqu'elle quitte la fabrique.

Grosseur du grain

La fabrication et la production définitive des nombreuses grosseurs et variétés de grain (20 numéros, entre 8 et 220), ont déjà été décrites. Le numéro correspond à la grosseur de la particule c'est-à-dire à l'ouverture de la maille; ainsi le n° 40 est un grain qui est censé passer à travers un tamis de 40 mailles² au pouce linéaire ou 1,600 mailles au pouce carré. Si une meule renferme des grains de différentes grosseurs, soit 40, 60 et 80, elle est désignée par la "combinaison 40" par certains fabricants, le plus gros calibre étant seul indiqué (Norton Company). Dans certains cas, le grain le plus gros est suivi du nombre de combinaisons, ainsi le grain ci-dessus s'exprimerait par "403" (Carborundum Company). Le grain "mixte" est celui qui contient deux abrasifs ou davantage, ainsi le "mixte 403" indique une meule de siliciure de carbone et d'alumine fondue numéro 40 et renfermant deux autres variétés de grains.

Les grains les plus en demande sont ceux de grosseurs moyennes, soit les numéros 30, 36 et 46.

Les grains mixtes conviennent surtout pour les travaux qui exigent à la fois une coupe rapide et un fini lisse, comme la rectification cylindrique.

Grade

Le "grade" d'une meule indique sa dureté relative ou son degré de dureté, et correspond à l'unité de résistance du liant ou à la force cohésive exercée par le liant sur le grain en place. Ainsi une meule *dure* est une meule qui exige une force considérable pour arracher le grain, tandis que pour la meule *tendre* le grain se détache assez facilement. Le grade n'exprime pas un degré de dureté déterminé, mais plutôt une gamme de dureté entre certaines limites définies. Il ne faut pas confondre le grade

² Maille = Mesh.

avec la "grosseur du grain" qui caractérise la taille ou la maille du grain, mais ne constitue pas une indication de sa dureté ou de sa pureté. Il existe approximativement 25 grades et chacun est ordinairement représenté par une lettre de l'alphabet. Malheureusement, cette lettre n'est pas standardisée, mais la plupart des fabricants classent les meules extrêmement tendres (vitrifiées ou silicatées), entre E et G, les moyennes par M et les meules très dures entre U et Z et les autres grades, en intermédiaires de ceux-ci. Par contre, une meule tendre, "G", fabriquée par une compagnie, peut avoir la même dureté qu'une meule tendre, "H", fabriquée par un autre établissement. Le classement de la Carborundum Company est absolument à l'inverse, bien que M indique toujours une dureté moyenne, et que le grade D soit très dur et Z très tendre. Le grade M représente une résistance à la traction d'environ 1,925 livres par pouce carré. Pour les meules tendres, chaque symbole représente une différence d'environ 100 livres par pouce carré, mais pour les meules plus dures que M cette différence est un peu moindre.

Les propriétés physiques et les méthodes d'essai des meules ont été décrites en détails par Purdy et MacGee.¹

On trouvera plus bas un tableau de classement des principaux fabricants, d'après lequel on pourra établir des termes de comparaison. On notera les symboles différents désignant les meules à la gomme laque ou au caoutchouc.

On remarquera que les vrais grades des divers fabricants ne peuvent être comparés par la similitude des symboles et il est urgent qu'on établisse un classement standard.

Symboles types. La grosseur du grain, le grade et le type spécial d'abrasif (s'il y a lieu) sont frappés sur les meules suivant les symboles conventionnels donnés plus haut. Ainsi, une meule marquée ou figurant sur la liste comme 3860 M 6648 C-J indique qu'il s'agit de l'abrasif alumineux spécial numéro 38 ou numéro 66 (de la Compagnie Norton), avec un grain 60 ou un grain mixte 60 et un degré de dureté M (moyen), ou J (tendre). Une seule formule numérale 60 P indique le grain ordinaire 60 et P (dur moyen). Il faut cependant connaître le nom du fabricant pour saisir exactement le sens de la désignation, car chacun a des méthodes de classement différentes. L'abrasif lui-même est indiqué par le nom de commerce.

¹Purdy (R.-C.) et MacGee (A.-E.): "Some physical properties of Artificial Abrasives"; Jour. Am. Ceram. Soc., vol. 11, n° 3, p. 192-203 (mars 1928).

TABLEAU IV
Symboles du grade des meules de différentes fabrications¹

Nom du fabricant	Vitrifiées et silicatées										Carborundum Elastiques	Norton, Elastic, Be- léite, Caoutchouc*	Abrasive Elastiques	Américaines Silicatées	Américaines Elastiques	Détroit Elastiques	
	Carborundum	Norton	Abrasive	Américaines	De sûreté	Sterling	Chicago	Vitrifiées	Courtland	Star							Hampden
Très dures.....	D	ZYXWVUTS	ZWUT	ZWVUT	D E E E N	5 1/2		G F3 F2			ZYXWVUTSR	Z+4 Z+3 Z+2 Z+1 Z					
	E	R	S	R	E E E N	5 1/2		F1	R		Z	Y					
	F	R	S	R	E E E N	5 1/2		F1			Z	Y					
Dures.....	G+	Q	Q+	Q	N N N	4 3/4	F		Q	G1 G2	P	V U	1	7	7E	5	7E
	H+	P	P+	P	O O O	3 3/4	E1 E	F	P	F1	O N M	T S	2	6	6E	4 1/2	6E
	I+	P	P	P	O O O	3 1/4	D3 E2 E	F	P	F	L	R		5	5E	4 1/2	5E
	I	O	O+	O	P P P P	3	D2 E E		O	D2 D1	K	Q		4	4E	4	4E
Semi-douces.....	J	N	O	N	M M M	2 1/2	D D2 D3		N	C2 C	I	P	3	3	3E	3 1/2	3E
	K	M	N	M	M M M	2 1/2	C1		M	C C	H	O	4	2 1/2	2 1/2E	3	3E
	L	L	M+	L	M M M	2 1/2	C B2		L	B2 B1	G F E	N M L	5	2 1/2	2 1/2E	2 1/2	2 1/2E
	M	K	M	L	M M M	2 1/2	C		K	B1			6	2	2 1/2E	2	2E
Douces.....	O	J	L	J	A A A A H H C C	1 1/2	B1 B A1	B	J	B 2H		K J I H G F E D C B A	7 8 9 10 11	1 1/2	1 1/2E	1 1/2	1 1/2E
	P	I	K+	I	A A A A H H C C	1 1/2	B A1	B					8	1 1/2	1 1/2E	1 1/2	1 1/2E
	R	H	K	H	A A A A H H C C	1	A1	B		W			9	1 1/2	1 1/2E	1 1/2	1 1/2E
	S	G	H	G	A A A A H H C C	1	A1	B					10	1 1/2	1 1/2E	1 1/2	1 1/2E
	T	F	G	G	A A A A H H C C	1	A1	B					11	1 1/2	1 1/2E	1 1/2	1 1/2E
Très douces.....	U	F	G	G	A A A A H H C C	1	A1	B									
	V	F	G	G	A A A A H H C C	1	A1	B									
	W	F	G	G	A A A A H H C C	1	A1	B									
	X	F	G	G	A A A A H H C C	1	A1	B									
	Y	F	G	G	A A A A H H C C	1	A1	B									
	Z	F	G	G	A A A A H H C C	1	A1	B									
	E	F	G	G	A A A A H H C C	1	A1	B									

*La lettre R précède le chiffre pour les meules au caoutchouc.
¹ Reproduit d'une brochure de la Carborundum Company, intitulée: "Gratings".

Fabricants de Meules Abrasives

Environ 75 pour cent des meules fabriquées dans tout l'univers est fourni par environ 50 compagnies des Etats-Unis et du Canada.

Les compagnies canadiennes et leurs noms de commerce sont donnés dans le tableau V.

TABLEAU V
Noms commerciaux employés par les fabricants de meules canadiens

Nom des fabricants	Adresses	Oxyde d'aluminium	Siliciure de carbone
Brantford Grinding Wheel Co.....	Brantford.....	Alobrant.....	Carbobrant
Canadian Carborundum Co.....	Niagara-Falls.....	Aloxite.....	Carborundum
Canadian Hart Wheels.....	Galt.....	Rexite.....	Cresolite
Dominion Abrasive Wheel Co.....	Mimico.....	Excelite.....	Carbolox
Lion Grinding Wheel Co.....	Brockville.....	Alulion.....	Carbolion
The Norton Co.....	Hamilton.....	Alundum.....	Crystolon
Ontario Abrasive Wheel Co.....	Prescott.....	Alumox.....	Carbo

La valeur du rendement des compagnies mentionnées plus haut pour les quatre dernières années est comme suit:

TABLEAU VI
Production canadienne de meules avec valeur des meules et des matériaux utilisés

Années		1925	1926	1927	1928
Valeur.....	\$	401,294	626,124	602,895	858,323
Grain abrasif.....	Tonnes	530	649	683	816
Total des liants d'argile.....	Tonnes	230	221	213	319

Choix des meules

Un choix judicieux du type de meule le mieux approprié à chaque genre de travail est souverainement important et les fabricants insistent fortement sur l'importance de ce choix. Pour obtenir les meilleurs résultats, plusieurs éléments du genre et des conditions de travail doivent être pris en considération.

Les grands fabricants publient des notices recommandant le genre et le grade de meules le mieux appropriés aux différents travaux. Certaines de ces brochures énumèrent jusqu'à 450 genres de travaux et d'opérations et indiquent quelle est la meule qu'il convient d'employer dans chaque cas.

Trois considérations fondamentales doivent régir le choix des meules. On peut les résumer comme suit:

1. Les caractères des meules tels que déterminés par leur fabrication.
2. La nature de la matière à meuler.
3. Les méthodes et les conditions de travail.

Un tableau général préparé par la Norton Company, destiné à servir de guide dans le choix des meules, est donné plus loin. L'examen attentif de ce tableau fournira une foule de renseignements intéressants touchant les éléments qu'il faut considérer dans les travaux de meulage.

TABLEAU VII
Choix et utilisation des meules¹
CHOIX DE L'ABRASIF

<i>Propriétés physiques de la pièce à meuler</i>	}	Se servir de meules d'alundum (alumine fondue) sur les matières de grande résistance à la traction	Acier au carbone Aciers spéciaux Aciers rapides Aciers recuits Fer ductile Fer forgé Bronzes tenaces Tungstène, etc.
		Se servir de meules de Crystolon (siliciure de carbone) sur les matières de faible résistance à la traction	Fonte grise Fonte trempée Laiton et bronze Aluminium et cuivre Marbre Granite Perles Caoutchouc Cuir, etc.

CHOIX DU GRAIN

<i>A. Quantité de matière à enlever</i>	}	Se servir de meules à gros grain pour le meulage rapide.
<i>B. Précision dans le fini</i>		Se servir de meules à grain fin pour obtenir un fini lisse.
<i>C. Propriétés physiques de la pièce à meuler</i>		Se servir de meules à gros grain pour les substances ductiles, et d'un grain plus fin pour les matières dures, compactes ou cassantes.

CHOIX DU GRADE
 (Degré de dureté)

<i>A. Propriétés physiques de la pièce à meuler</i>	}	Se servir de meules dures sur des matières tendres et inversement.
<i>B. Surface de contact</i>		Plus la surface de contact sera étroite, plus la meule devra être dure.
<i>C. Vitesse de la meule et vitesse de la pièce à meuler</i>		Plus la vitesse de la pièce sera grande par rapport à celle de la meule, plus le grade devra être dur et inversement.
<i>D. Etat de la machine à meuler</i>		Les machines en mauvais état exigent des meules plus dures que les machines en bon état.
<i>E. Habilité de l'opérateur</i>		Un opérateur habile peut se servir de meules plus tendres qu'un opérateur inexpérimenté. L'emploi des meules tendres permet une production plus économique.

CHOIX DU PROCÉDÉ D'AGGLOMÉRATION

<i>A. Dimension de la meule</i>	}	Les meules qui subissent des efforts de flexion doivent être en aggloméré élastique ou au caoutchouc.
<i>B. Vitesse de coupe</i>		Les scies abrasives très minces doivent être en aggloméré élastique ou au caoutchouc. Les meules de plus de 36" de diamètre sont ordinairement agglomérées au silicate.
		Se servir de meules vitrifiées pour la coupe rapide à une vitesse moindre que 6,500 tours v.p.m.; de meules vulcanisées pour des vitesses plus grandes.
<i>C. Précision dans le fini</i>	Se servir de meules élastiques ou vulcanisées pour un fini parfait lorsque la production rapide n'entre pas en ligne de compte.	
		Se servir de meules silicatées au lieu du grès pour la coutellerie, etc.

¹ Norton Company: "Grinding", p. 69-71 (1926).

Une explication détaillée de quelques-unes de ces remarques est donnée ci-après.

L'abrasif

L'alumine fondue convient au travail des matières de grande résistance à la traction et le siliciure de carbone à celui des substances de faible résistance à la traction. Cette préférence est due au fait que les grains d'alumine, bien que n'étant pas très durs, sont plus tenaces et se brisent moins facilement, et peuvent, par conséquent, supporter un effort plus grand que le siliciure de carbone. L'alumine fondue possède aussi une gamme de tenacité plus étendue, par suite de sa pureté et de la grosseur de ses cristaux.

Les abrasifs naturels sont très rarement utilisés de nos jours à cause de l'irrégularité d'approvisionnement, des écarts incontrôlables dans le degré de leur pureté et de leur puissance de coupe. Les meules d'émeri sont parfois utilisées pour certains meulages qui n'exigent pas un grain trop mordant. Une compagnie se spécialise encore dans la fabrication des meules d'émeri au caoutchouc pour les travaux exigeant un fini ou un poli parfait. L'émeri de Turquie est supérieur à celui de Naxos (Grèce) pour la fabrication des meules; l'émeri américain est de qualité trop médiocre. Le corindon de la meilleure qualité est considéré, encore aujourd'hui, par quelques usagers comme supérieur à l'abrasif artificiel pour le meulage de certains outils et les travaux de précision pour lesquels le corindon canadien est le mieux approprié¹; malheureusement il est présentement impossible de se le procurer.

Il est impossible d'établir une ligne de démarcation définie entre une matière de faible résistance à la traction et une matière de grande résistance, mais une résistance de 50,000 livres au pouce carré peut être considérée comme étant la résistance au-dessous et au-dessus de laquelle l'un de ces deux types d'abrasif devrait être utilisé dans la plupart des cas.

Grain. Le gros grain, tel que celui qui est utilisé pour l'ébarbage des fontes peut varier entre 8 et 24. Les numéros 24 à 60 sont ordinairement employés pour l'affûtage des gros outils, le meulage cylindrique et les travaux de précision en général. Pour donner un beau poli et pour l'affûtage des outils à tranchant fin, les numéros 60 à 100 ou plus fins sont préférables.

Nature de la substance à meuler

Degré de dureté. La raison pour laquelle il est nécessaire d'utiliser des meules dures sur les substances tendres et inversement est que, pour une matière dure, le liant doit être assez tendre pour permettre au grain de se briser assez rapidement et présenter sans cesse de nouvelles arêtes tranchantes. Sur une substance tendre le grain s'émousse moins vite, par conséquent, doit être retenu plus solidement dans l'agglomérant—meule dure. Les corps ductiles, tels que le régule, le cuivre, etc., font exception cependant, car les particules usées encrassent la meule dure.

¹ Pour de plus amples renseignements sur le Corindon et l'Emeri, voir "Les Abrasifs", partie II: Corindon et Diamant, Division des Mines, Ministère des Mines, Canada, rap. n° 676.

Surface de contact. La surface de contact est la longueur de la surface en contact avec la pièce à meuler. Les extrêmes sont, par exemple, une très grande meule usant une petite pièce arrondie et une meule alésant continuellement un trou légèrement plus grand que la meule elle-même. Pour les meules boisseaux ou cylindriques, où le meulage est effectué sur la face de la meule, la surface est la "zone" de contact et varie du meulage de billes d'acier jusqu'au meulage de grandes surfaces planes. Plus la surface ou la zone de contact est large, plus la meule doit être tendre. La "largeur du contact" est la largeur de la meule en contact avec la pièce à travailler et n'a à peu près aucun effet sur la puissance de la coupe.

Vitesse de la meule. La vitesse périphérique ou de surface à laquelle la meule est mise en mouvement doit être conforme aux spécifications du fabricant. Ce point sera traité à fond plus loin.

Vitesse de la pièce. D'ordinaire la révolution rapide de la pièce tend à user la meule plus vite que si la pièce tourne plus lentement. L'usure de la meule est proportionnelle à sa vitesse de rotation par rapport à celle de la pièce—une faible vitesse de rotation entraîne une grande usure. Plus la surface de contact est grande, plus la vitesse de la pièce doit être grande.

Procédé. Les divers procédés d'agglomération et les principales applications ont déjà été décrits au chapitre traitant des détails de la fabrication.

Formes des meules

Jusqu'à tout récemment, il y avait en usage environ 725,000 dimensions et formes différentes de meules—chaque usager exigeant des meules spéciales pour presque chaque genre d'ouvrage. Le nombre des numéros était devenu si grand que l'Association des Fabricants de Meules, de concert avec les principaux fabricants, réalisa une normalisation partielle, réduisant ainsi le nombre des dimensions et formes de meules d'environ 260,000. Ce nombre est maintenant représenté par 14 types courants, reproduits dans la figure 9. Un ou plusieurs de ces types de meules conviennent pour la plupart des travaux de meulage et leurs dimensions varient suivant le travail et la préférence de l'usager.

Les numéros 1 et 5, du diagramme 9, représentent des meules courantes pour la rectification cylindrique intérieure et extérieure. Dans le numéro 1, par exemple, D a de $\frac{1}{4}$ de pouce à $2\frac{1}{2}$ pouces, et T, de $\frac{1}{4}$ de pouce à $1\frac{1}{4}$ pouce; pour la rectification intérieure, D a de $2\frac{1}{2}$ à $4\frac{1}{2}$ pouces et T, de $\frac{3}{4}$ de pouce à $1\frac{1}{4}$ pouce; tandis que pour la rectification extérieure, qui exige de plus grandes meules, D a de 10 à 26 pouces et T, le diamètre spécifié par le client, l'alésage H, ayant de 5 à 12 pouces. Le diamètre des meules cylindriques courantes (n° 2), varie de 8 à 36 pouces, avec une épaisseur de paroi de 1 à 3 pouces, et pour les meules courantes, assiettes et boisseaux coniques à bords plats, le diamètre a parfois de 3 à 8 pouces. Le diamètre des meules boisseaux droits à bords plats, pour usage général, est de 8 à 30 pouces, et T, de 4 à 6 pouces; mais pour l'affûtage des outils, il est plus petit, soit de 2 à 5 pouces et $1\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur.

Meules spéciales

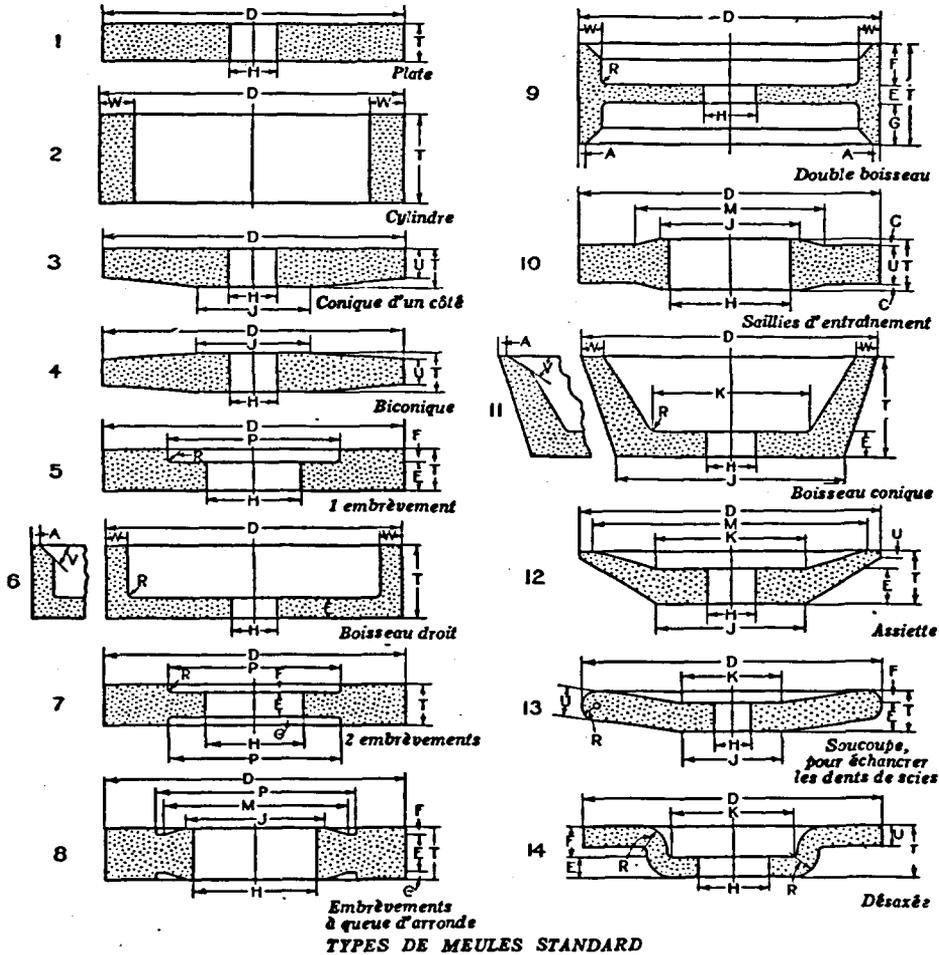
Il existe une grande variété de meules qui ne sont pas classées dans les formes courantes, par exemple, les meules fabriquées spécialement pour les nombreux types de rectifieuses, ainsi que les formes particulières telles que les meules coniques, les meules à profiler¹, etc. Un grand nombre de formes de meules cylindriques sont utilisées pour le meulage vertical des surfaces planes dans lequel la meule tourne horizontalement sur un arbre vertical, le meulage s'opérant par le côté ou le bord du cylindre. Quelques-unes de ces meules sont renforcées de fil métallique à l'extérieur ou de feuillets minces et sont surtout utilisées dans les machines à surfacer Blanchard et d'autres machines du même genre. Les meules minces à tronçonner, de création récente, comportent un "espace mort", ou "cône mort" ou "renversé", de sorte qu'elles sont légèrement plus larges à la périphérie et se rétrécissent vers le centre. Cette construction empêche l'usure des côtés et le coïncement et économise ainsi l'énergie.

Meules segmentaires. L'usage des grosses meules à segments se répand de plus en plus. Les principaux avantages qu'elles comportent sont que les segments usés ou brisés peuvent être facilement remplacés à bon marché et que les copeaux s'échappent par les intervalles des segments et laissent ainsi la meule libre. Il se fabrique aujourd'hui de très grandes meules à segments qu'il serait impossible de produire sous forme compacte. Quelques-unes atteignent 6 pieds de diamètre (planche XI), et remplacent maintenant les meules en une seule pièce, particulièrement en Angleterre. Les segments sont généralement scellés par le fabricant, mais parfois par l'usager. L'un des types les plus récents comporte des mandrins spéciaux pour recevoir les segments qui sont fixés à intervalles autour du mandrin au moyen de boulons cunéiformes. Elles sont utilisées comme meules cylindriques dans la machine Blanchard et dans d'autres types de machines à surfacer verticales.

Meules à défibrer. On s'efforce depuis plusieurs années de réaliser des meules en abrasifs artificiels qui puissent se substituer aux meules naturelles sur lesquelles on ne peut compter, et dont la description et les usages ont été donnés dans la première partie de cette série². Des inventeurs norvégiens et allemands semblent y avoir réussi jusqu'à un certain point, mais leurs produits ne donnent pas d'aussi bons résultats que les meules segmentaires récemment réalisées par la Norton Company. La meule Norton est illustrée à la planche XII, qui en fait voir les détails de construction. Ces meules sont fabriquées en diverses grandeurs, mais surtout celles de 62 pouces à magasin. Les segments sont en silicure de carbone et scellés avec un liant vitrifié, l'abrasif étant spécialement choisi en vue de l'usage auquel la meule est destinée. L'une des grandes difficultés a été de trouver un ciment approprié pour le scellement des couronnes. Un alliage spécial est maintenant utilisé à cause de ses propriétés physiques qui lui permettent non seulement de s'user au même taux que les segments, mais aussi provoquent sa dilatation de façon à maintenir sans cesse l'agglomérant entre les blocs et le plateau en fonte, selon que celui-ci se dilate ou se contracte par les changements de température. Cet alliage est coulé

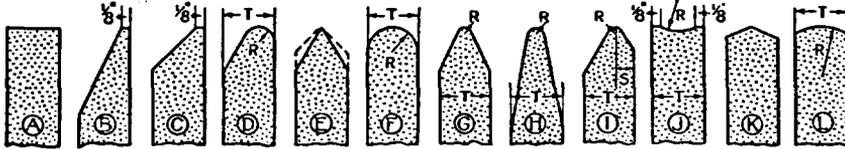
¹ *Potballs et skillet wheels.*

² "Les Abrasifs", Partie I, "Abrasifs siliceux"; Div. des Mines, Min. des Mines, Canada, Rap. n° 674, p. 36-49.



TYPES DE MEULES STANDARD

A—Largeur de la partie plate d'un bord biseauté.
 C—Hauteur du renflement au centre. D.—Diamètre (le plus grand).
 E—Épaisseur du fond. F—Profondeur de l'évidement (voir type 5).
 G—Profondeur de l'évidement (voir types 5 et 7). H—Alésage.
 J—Diamètre le plus petit. K—Diamètre de l'évidement (le plus petit). M—Diamètre maximum d'une surface conique. N—Diamètre minimum d'une surface conique. P—Diamètre de l'évidement (le plus grand).
 R—Rayon. T—Épaisseur totale. U—Épaisseur à la périphérie. V—Angle du biseau. W—Épaisseur du bord.



PROFILS DE MEULES STANDARD

Figure 9. Types de meules standard approuvés par l'Association des Fabricants de Meules des Etats-Unis et du Canada.

dans les interstices entre les segments après qu'ils ont été solidement boulonnés.

Le coût initial de la meule à défibrage artificielle est plus élevé que celui de la meule naturelle, mais il est compensé par une durée considérablement plus longue (de 3 à 5 ans). De plus, la meule artificielle exige beaucoup moins de dressage et d'ébarbage et aucun séchage. Elles sont, enfin, toujours disponibles et de confection uniforme. On prétend qu'elles donnent une excellente qualité de pulpe. Ce genre de meule n'est en usage que depuis assez récemment, mais l'usage s'en répand de plus en plus.

Montage des meules

Bien que les accidents qui surviennent en se servant de meules soient relativement rares de nos jours, la plupart proviennent d'un mauvais montage, c'est pourquoi il faut y apporter le plus grand soin. La meule, après avoir été minutieusement examinée (pour s'assurer qu'elle n'a pas été endommagée en cours de transport), est assujettie solidement sur un support de façon qu'elle tourne bien rond par rapport au plan de la meule et de la face de coupe. Elle doit s'ajuster librement sur l'arbre mais sans trop de jeu, alésage de 0.005 de pouce plus grand que le diamètre de l'arbre. Toutes les meules devraient être montées sur flasques; les parois doivent affleurer sans que le manchon ou quelque autre particule fasse saillie, ce qui pourrait empêcher les flasques de porter également. Les flasques doivent être évidées au centre de façon à porter sur les bords extérieurs seulement, et une rondelle compressible de même diamètre que celui de la meule doit être placée entre les parois et les flasques de manière à répartir également la pression et de compenser pour tout autre défaut. Les deux flasques doivent avoir le même diamètre (figure 9), au moins le tiers de celui de la meule pour les meules droites et les deux tiers pour les meules coniques, surtout quand il n'y a pas de carter de protection. Les écrous ne doivent pas être boulonnés plus qu'il n'est nécessaire pour maintenir solidement la meule.

Les meules travaillant à plus de 2,000 p.l.p.m. doivent, lorsqu'il est possible, être munies d'un carter ou de quelque autre dispositif de protection et les extrémités de l'arbre et les écrous faisant saillie doivent être protégés.

Montage des meules cylindriques

Ces meules (n° 2, fig. 9) sont ordinairement montées d'abord sur un support en fonte. Elles offrent plus de sécurité que les meules non montées et sont préférables à certaines meules boisseaux; les grosses meules coûtent moins cher et peuvent être utilisées jusqu'à un tout petit diamètre. On se sert de plusieurs substances de scellement dont la plus usuelle est le soufre. La meule doit être chauffée avec précaution jusqu'à environ 120°F., et le soufre chaud versé sur le plateau dans l'intervalle entre le plateau et la meule. Les meules peuvent être utilisées aussitôt que le support est refroidi. Les bavures peuvent facilement être enlevées. Le tableau VIII donne quelques composés de scellement et leurs principales propriétés¹.

¹ Norton Company: "Grits and Grinds": avril 1923, p. II.

TABLEAU VIII

Propriétés des matières cimentaires pour les meules cylindriques

Substances	Température optimale d'opération	Ténacité relative	Mode d'application	Temps de prise	Effet des lubrifiants usuels	Observations
		A = Très grande B = Moyenne C = Très faible				
Soufre.....	220°F.	C	Couler chaud...	Jusqu'à refroidissement.	Nul.....	Exige un espace assez grand pour couler facilement.
Lavasul..... (Composé soufre-coke)	220°F.	B	Couler chaud...	Jusqu'à refroidissement.	Nul.....	Exige un espace assez grand pour couler facilement.
Gomme laque.....	200°F.	C	Remplir cavité et comprimer.	Jusqu'à refroidissement.	Affaibli par solutions alcalines.	Très épais à chaud. Coule difficilement.
Asphalte de Trinidad.....	200°F.	B	Couler chaud ou remplir cavité et comprimer.	Jusqu'à refroidissement.	Affectés par certaines huiles.	Un peu flexible une fois pris. Ramollit facilement.
Oxychlorure de magnésium..... (Magnésite calcinée et chlorure de magnésium fondu).	380°F.	A	Etendre à froid sur surfaces.	15 h. à temp. ambiante.	Légèrement affecté par l'eau.	Ingrédients doivent être préparés avec soin et emmagasinés.
Silicate de soude.....	380°F.	A	Etendre à froid sur surfaces.	12 h. à 212°F....	Soluble dans l'eau. Doit être employé sec.	Inefficace pour meules traitées.
Litharge-glycérine..... (Litharge et glycérine blanche C.P.).	380°F.	A	Etendre à froid sur surfaces.	12 h. à temp. ambiante.	Nul.....	Le litharge est toxique. Difficile d'enlever les tronçons.

Les lubrifiants mentionnés au tableau seront traités plus loin.

Poids des meules

Avant de monter une grosse meule il est utile de connaître son poids. Les grands fabricants fournissent des barèmes des poids des meules, mais on peut obtenir une approximation, en livres, pour les meules en siliciure de carbone d'après la formule suivante:

$$\text{Vitrifiée} = \frac{D^2 \times e}{15}; \text{ Silicate} = \frac{d^2 \times e}{13}$$

dans laquelle d = diamètre et e = l'épaisseur en pouces.

Les meules vitrifiées en siliciure de carbone sont les plus légères, les meules élastiques étant de 20 pour cent, alumineuses vitrifiées, de 7 pour cent, silicatées en alumine et élastiques, de 30 pour cent plus lourdes. Une meule élastique en alumine de 36 pouces sur 4 pèse tout près de 500 livres.

Vitesse des meules

Le seul moyen d'obtenir une bonne coupe et de bons résultats est de faire travailler la meule à la vitesse recommandée, même si la meule convient parfaitement au genre de travail exécuté. La vitesse dépend en grande partie du genre de meule, de la nature du travail, et du genre de la machine à meuler. Se fondant sur une longue expérience et de nombreux essais, les principaux fabricants ont fixé certaines limites de vitesse pour les divers genres de meulage et pour les meules fabriquées par divers procédés.

TABLEAU IX
Vitesse des meules¹

	Vitesse périphérique ou linéaire en pieds à la minute (v.p.p.m.)	
	Standard	Maximum
<i>Genre de meulage—</i>		
Meulage cylindrique.....	5,500	6,500
Rectification intérieure.....	5,000	6,000
Meulage et dégrossissage sur banc et sur socle.....	5,000	6,000
Surfaçage.....	4,000	5,000
Affûtage des couteaux.....	3,500	4,000
Débordage des cylindres.....	2,100	2,400
Affûtage à l'eau des outils.....	5,000	6,000
Polissage de la coutellerie.....	4,000	5,000
<i>Meules vitrifiées ou silicatées—</i>		
Meules boisseaux et cylindriques lorsqu'utilisées pour le dégrossissage sur banc, sur socle ou sur machines portatives.....	4,500	5,500
Toutes autres meules vitrifiées ou silicatées.....	5,000	6,500
<i>Meules au caoutchouc et à la gomme laque—</i>		
Meules à tronçonner, au caoutchouc, à la gomme laque et à la bakélite	9,000	12,000
Toutes autres meules à la gomme laque.....	5,000	6,500

¹ Tableau fourni par la Norton Co., la Carborundum Co., et F. B. Jacobs.

En général, la vitesse périphérique ou linéaire moyenne en pieds à la minute (v.p.p.m.) est d'environ 5,000 tours. A ce taux, la tension que subit la meule est d'environ 92 livres par pouce carré, tandis qu'à 9,000 tours, par exemple, elle atteint jusqu'à 250 livres, d'où la nécessité de ne pas dépasser la vitesse recommandée par le fabricant. On trouvera ci-après le tableau de quelques vitesses courantes.

Pour déterminer le nombre de tours nécessaire à la minute pour que la meule atteigne l'une des vitesses mentionnées plus haut, on divise la vitesse linéaire par la circonférence de la meule en pieds, ou on multiplie la vitesse linéaire par 12 et l'on divise par 3.14 fois le diamètre de la meule en pouces.

La vitesse moyenne pour le meulage ordinaire est d'environ 5,000 r.p.p.m. Pour le meulage "à l'eau", les meules doivent tourner à 20 pour cent plus lentement que pour le meulage à sec, à cause de la plus grande tension par suite du poids plus considérable de la meule. Les meules dont l'alésage est plus grand qu'à l'ordinaire, telles les meules boisseaux ou cylindriques, sont plus faibles que les meules compactes et doivent être mises en course à une vitesse de 15 à 20 pour cent moindre, tel qu'indiqué dans le tableau IX.

Toutefois, d'autres éléments doivent être pris en considération, suivant que la pièce tourne elle-même ou possède un mouvement alternatif, comme dans le meulage de précision. La vitesse de la meule est régie, dans une certaine mesure, par la surface de contact (*voir* explication antérieure), car plus cette surface est large, plus la meule doit être tendre et plus faible la vitesse pour prévenir l'échauffement. Ainsi, dans le meulage des surfaces planes, la surface de contact est beaucoup plus grande que pour le meulage cylindrique.

Vitesse et degré apparent de dureté

Plus une meule tourne vite, plus elle paraît dure, et, inversement, plus une meule tourne lentement, plus elle paraît tendre. Par exemple, pour un travail où la meule tourne à 5,500 p.l.p.m., elle s'use parfois facilement et on dit qu'elle est trop tendre, mais en augmentant sa vitesse, disons à 6,000 p.l.p.m., elle ne s'usera peut-être pas aussi rapidement et, cependant, coupera tout aussi bien; dans ce cas elle agira comme une meule relativement dure. Inversement, lorsqu'une meule cire c'est qu'elle est trop dure; il conviendra donc de réduire la vitesse. C'est pourquoi il faut augmenter la vitesse à mesure que la meule s'use, afin de maintenir une vitesse linéaire constante, car plus elle s'use, plus elle devient "tendre", parce que la vitesse linéaire diminue graduellement. On a constaté qu'un écart de 1,000 p.l.p.m. correspond à peu près à une différence d'un grade dans la puissance de la coupe.

Le rapport entre la vitesse et le grade vrai exige qu'une meule tendre soit mise en course (pour empêcher une usure excessive), à une vitesse plus grande qu'une meule dure qui peut tourner plus lentement sans s'user aussi rapidement.

Pour élucider le sens de deux termes que l'on confond souvent, meule cirée et meule encrassée, disons que pour une meule cirée les arêtes coupantes du grain s'émoussent, soit parce que la meule est trop dure, soit parce

qu'elle n'a pas été suffisamment dressée, ou encore parce qu'elle tourne trop vite. Pour la meule encrassée les interstices entre les grains sont remplis de copeaux, ce qui se produit souvent quand on meule des substances tendres, telles que l'aluminium, le cuivre, etc. On peut y parer en utilisant des meules dont les pores ont été préalablement bouchées.

Meulage à l'eau

Le meulage à l'eau, comme le nom l'indique, s'applique à tout meulage où des solutions sont utilisées au contact de la pièce à travailler avec la meule. Le meulage "à sec" s'effectue à l'état naturel ou sec. Le meulage à l'eau est en usage depuis 45 ans.

Lubrifiants

Les lubrifiants composés, ou huiles utilisées pour le meulage, sont des liquides qui ne se comportent pas à proprement parler comme des lubrifiants, mais qui servent plutôt à aider la puissance de coupe et en même temps à maintenir la pièce à une température aussi uniforme et aussi basse que possible. Un autre rôle qui leur est dévolu est d'entraîner les copeaux et d'empêcher la meule de cirer. La solution doit à la fois refroidir et s'imprégner rapidement dans les arêtes du grain.

L'eau pure est employée comme lubrifiant, mais elle rouille la pièce et la machine. On peut, cependant, prévenir cet inconvénient en y ajoutant du carbonate de soude. Depuis très longtemps on se sert d'une solution de carbonate de soude brut. La soude est assez dangereuse, cependant, lorsqu'elle atteint les yeux de l'ouvrier. Quelques-uns des premiers composés destinés à prévenir ce danger possédaient d'autres désavantages comme de rancir, de réceler des microbes, etc. On prétend que les composés spéciaux préparés de nos jours ne possèdent aucun de ces inconvénients et se recommandent entre tous parce qu'ils assurent un refroidissement plus complet et s'imprègnent davantage dans le grain. Il existe aujourd'hui un certain nombre de composés à base d'huiles solubles, ou de quelque autre substance, qui donnent de bons résultats. Quelques-uns sont tirés d'huiles grasses ou minérales sulfurées, le soufre étant censé posséder un grand pouvoir réfrigérant¹.

Applications. Les fabricants de composés de meulage prétendent que les lubrifiants peuvent être utilisés avec avantage avec toutes les meules à agglomérant insoluble. Il faut donc s'abstenir de les employer avec les meules agglomérées à la gomme laque ou au caoutchouc, car ces agglomérants sont solubles dans l'huile et les alcalis. Sauf avec ce dernier genre de meules (*voir aussi* ciments pour meules cylindriques, tableau VIII), ces lubrifiants sont beaucoup employés pour le meulage de précision, le surfacage et l'affûtage des outils. Ils ne sont ordinairement pas utilisés pour le meulage grossier, comme le dégrossissage. Le lubrifiant est alimenté par une pompe de circulation et mouille la pièce à son point de contact avec la meule.

L'usage rationnel de ces lubrifiants en abondance prolonge la durée des meules et augmente le rendement.

¹ Renseignement personnel, Sun Oil Company, Philadelphie, Penn.

Meules auto-lubrifiantes

Pour certains meulages spéciaux, la meule est chauffée à la température du point de fusion du corps de remplissage, dans lequel elle est ensuite plongée jusqu'à ce qu'il ait pénétré dans les pores de la meule. La meule est alors mise en course à sa vitesse de travail pour enlever l'excès par centrifugation. On utilise parfois comme corps inerte un mélange de paraffine et de résine.

Genres de meulage

Il y a, au sens large, deux genres de meulage: "grossier" et "de précision". Ils peuvent être partagés en trois genres secondaires régis surtout par la forme de la pièce, à savoir: "le surfaçage", "le meulage cylindrique" et "la rectification intérieure", ces derniers comprenant à leur tour de nombreuses subdivisions.

Meulage grossier

Le meulage grossier comprend toute opération dont l'objet est l'usure rapide et le terme s'applique surtout à l'ébarbage des pièces brutes de fonderie et à certains genres d'affûtage d'outils.

Meulage de précision

Le meulage de précision s'applique aux travaux qui exigent une grande exactitude et la détermination précise des dimensions suivant des spécifications déterminées. Il comprend donc presque toutes les opérations exigeant un grand degré d'exactitude et un fini parfait et s'applique surtout aux nombreux genres de rectification cylindrique extérieure et intérieure.

Meulage de demi-précision. Ces opérations comprennent le meulage à la machine où intervient aussi, à un certain degré, le travail manuel. Les résultats obtenus ne sont pas, cependant, aussi exacts que par le meulage de précision. Comme exemples de ce type on peut mentionner la rectification des roues de tramways, des rails d'acier et le planage et la rectification intérieure de certains produits en acier spécial tels que les coffres-forts. D'autres opérations qui entrent sous ce chef sont le taillage, le coupage et le surfaçage de pierres telles que le granite et le marbre, le polissage grossier des boutons d'écaïlle, etc.

La forme la plus primitive et la plus simple du meulage de demi-précision est le "meulage plan à la main" suivant lequel l'opérateur tient la pièce à meuler dans ses mains—utilisé surtout par les petits fabricants ou les mécaniciens pour l'affûtage des outils de charpentier, etc., ou à la maison pour l'affûtage des couteaux, des ciseaux, etc.

Les machines utilisées pour le meulage de demi-précision comprennent des machines à tête de cheval, à arbre flexible, électriques portatives et pneumatiques. Les machines à "tête de cheval" servent à meuler les grosses pièces de fonte trop volumineuses et trop lourdes pour être montées sur un support, telles que les parties lourdes des locomotives, les billettes d'acier spécial. Le trait caractéristique de cette machine est un bras horizontal équilibré, mobile en tous sens dans les limites du bras, à l'extrémité anté-

rieure duquel la meule est suspendue dans une culasse renfermant l'articulation à billes. Une ou plusieurs poignées faisant saillie permettent à l'opérateur de faire mouvoir la meule à la surface de la pièce à la pression qu'il désire. La pièce est quelquefois montée sur un chariot à mouvement de va-et-vient. On se sert de "machines à arbre flexible" lorsqu'on emploie des meules de moins de 10 pouces de diamètre, la force motrice requise étant transmise par un arbre flexible. La meule et le mécanisme sont supportés par l'opérateur qui guide la meule sur la pièce. Cette machine est surtout employée pour le meulage des très grosses pièces de fonte de forme irrégulière.

Les "machines électriques portatives" dans lesquelles une meule relativement petite est reliée à un moteur, sont ordinairement suspendues à un palan à garant en chaîne qui en porte le poids. La meule est guidée à la main sur la pièce à meuler. Ces machines sont utilisées pour une grande variété de travaux et conviennent surtout pour le meulage des rails, le meulage en pointe de cœur et dans les ateliers et fonderies pour enlever les aspérités sur les grosses pièces de fonte. Une machine pour enlever les ondulations sur les rails en place est montée sur un tracteur.

Tronçonnage

Pour le tronçonnage de matériaux tels que tubes métalliques, tuyaux, tiges, barres, etc., on utilise des meules très minces agglomérées à la gomme laque, à la bakélite ou au caoutchouc, les deux dernières tournant à raison de 9,000 à 12,000 pieds linéaires à la minute. Les meules excessivement minces servant à couper le fil de tungstène travaillent en série et sont agglomérées en caoutchouc.

Types de meulage

Meulage plan

Bien que tout meulage soit en quelque sorte un meulage de surface plane—soit cylindrique, conique ou plane—le terme s'applique généralement à l'opération qui consiste à produire et à finir des surfaces planes (non courbes). Le planage comporte la majeure partie des opérations depuis le meulage grossier jusqu'au travaux de très grande précision, tant pour de petites que pour de grandes surfaces. Deux types de machines sont utilisés; dans le premier le plateau porte-pièce est animé d'un mouvement de va-et-vient, semblable à celui de la machine à raboter, et dans le second le plateau porte-pièce est animé d'un mouvement de rotation. Divers types de meules sont employés telles que verticales, boisseaux, cylindriques, etc. Elles sont montées sur des arbres porte-meule verticaux ou horizontaux. L'usage du mandrin magnétique pour le planage simultanés de plusieurs anneaux ou d'autres petites pièces est beaucoup perfectionné. Pour le meulage de surfaces planes, la vitesse de la pièce, qu'elle soit animée d'un mouvement alternatif ou rotatif, demeure constante, tandis que la vitesse de la meule peut varier suivant les conditions d'opération—à l'inverse du meulage cylindrique.

Rectification cylindrique

La meule a presque complètement supplanté le tour pour ce genre de finissage et donne des cylindres plus parfaits, à un coût moins élevé qu'il n'était possible d'en produire avec le tour seul.

La rectification cylindrique moderne est l'un des plus puissants aides de la production rapide, car elle peut finir avec précision une grande variété de parties de tous degrés de dureté. Le meulage cylindrique est un métier par lui-même et, pour en connaître à fond tous les secrets, il faut des notions que seule une longue expérience peut procurer.

Deux méthodes sont en usage, à savoir: une meule immobile et un charriot porte-pièce mobile, et un charriot porte-meule à mouvement de va-et-vient et une pièce immobile. La première méthode est la plus ancienne et la plus usuelle, mais pour le meulage des pièces lourdes, le charriot porte-meule mobile est plus avantageux. On utilise tantôt la rectifieuse plane, tantôt la rectifieuse universelle. La première remplace le tour parallèle pour les pièces tournées, coniques et droites, tandis que la rectifieuse universelle peut être utilisée pour une grande variété de travaux qui, en plus du meulage ordinaire, comprennent le meulage conique, l'affûtage des fraises, le meulage de face, la rectification intérieure, etc., et même le meulage plan.

La vitesse de rotation de la pièce par rapport à la dureté de la meule est très importante si l'on veut obtenir de bons résultats. En augmentant la vitesse de la pièce, on empêche la meule de cirer, tandis qu'en réduisant la vitesse de la pièce on évite l'usure rapide de la meule. Dans des conditions normales, pour une meule travaillant à une vitesse linéaire de 5.000 pieds à la minute, on a constaté que les vitesses suivantes de la pièce étaient satisfaisantes¹:—

Dégrossissage de la fonte, 40 p.p.m.; finissage, 50 p.p.m.

Dégrossissage de l'acier, 20-30 p.p.m.; finissage, 30-40 p.p.m.

Le taux de l'avance de la meule et de la pièce à meuler dépend de la dimension de la meule, de sa face, de sa vitesse, de la dureté de la pièce et du fini désiré.

Les principes du meulage cylindrique sont décrits dans une publication de la Norton Company².

Meulage des cylindres. Les cylindres varient de moins d'un pied de longueur et de diamètre, tels ceux qui servent au laminage des rubans, à 60 pouces de diamètre et 15 pieds de longueur, du genre de ceux qui sont utilisés pour le laminage des plaques de blindage et dans les papeteries.

On estime qu'un cylindre fini à la meule dure 50 pour cent plus longtemps qu'un cylindre fini au tour et que le finissage peut être effectué dans le quart du temps.

On meule les cylindres soit en plaçant les extrémités sur des pointes, soit en les faisant tourner dans leurs propres tourillons. La première méthode est employée surtout pour les petits cylindres, mais dans les deux cas, le centre doit être parfaitement exact et les tourillons absolument cylin-

¹ Jacobs (F.-B.): *Abrasives and Abrasive Wheels*, p. 223 (1919).

² "Grinding", publié par la Norton Company, Worcester, Mass., p. 213-252 (1926).

driques. Il existe des machines spéciales à rectifier les cylindres. Pour les gros cylindres, la pièce est fixe et la meule va et vient sur la surface. Les cylindres sont ordinairement mis en course à une vitesse linéaire de 20 pieds à la minute pour les gros cylindres, à 2,000 pieds linéaires pour les petits, utilisés dans la rectifieuse cylindrique, et la meule, à une vitesse linéaire de 4,500 à 6,000 pieds par minute. Pour les cylindres en acier trempé, on se sert d'une meule spéciale en alumine et, pour obtenir une surface parfaitement polie, on emploie une meule de siliciure de carbone agglomérée à la gomme laque. Pour les cylindres de fonte on se sert de meules de siliciure à gros grain, ordinairement suivies d'une meule plus douce.

Meulage sans centre. Ce genre relativement nouveau occupe une place très importante dans le domaine du meulage, car il permet de travailler de nombreuses pièces arrondies (surtout les petites) de façon économique. La machine comporte deux meules: une meule active tournant à grande vitesse et une meule d'entraînement qui tourne en sens inverse et sert de porte-à-faux à la pièce (planche XIII A). Cette dernière contrôle la vitesse de rotation de la pièce et règle le mouvement d'entraînement. Les pièces à meuler sont introduites à la main ou automatiquement par une gouttière d'alimentation. Dans la méthode "d'avance directe", la pièce à meuler passe parallèlement à l'axe entre les deux meules, tel que dans le cas des axes de piston. Avec "l'avance intérieure", ou la méthode à "épaulement", utilisée pour le travail d'une pièce de deux diamètres, les parties sont avancées dans le collet de meulage jusqu'à arrêt, et rejetées quand elles sont meulées à la dimension désirée. Ces machines possèdent des contrôles hydrauliques tant pour l'avance de la meule que pour la rectifieuse à couronne diamantée et s'ajustent et finissent avec précision des pièces de $\frac{1}{32}$ de pouce à 6 pouces de diamètre. Une série de 10 à 12 petites pièces, telles que les galets de soupapes, peut être finie simultanément.

Rectification intérieure

Cette opération, comme son nom l'indique, se rapporte au finissage de précision des alésages de pièces telles que, manchons, engrenages, cylindres, fraises, gabarits, etc. On obtient de meilleurs résultats et une plus grande précision par rectification intérieure, surtout pour les pièces en acier spécial, que par les anciennes méthodes d'alésage et de rodage de la pièce brute. On peut aujourd'hui finir rapidement des alésages jusqu'à une aussi faible épaisseur que 0.00025 de pouce ou moins, directement à partir du trou grossier.

Par suite de l'espace restreint où s'opère la rectification intérieure, les meules sont ordinairement petites et robustes pour le rainurage intérieur, le meulage de fond et pour les épaulements on se sert de meules boisseaux et assiettes. Les rectifiteuses universelles décrites pour le meulage cylindrique sont souvent utilisées, mais presque exclusivement dans les ateliers d'outils, car elles ne sont pas aussi efficaces que les rectifieuses intérieures. Il y a deux types de rectifieuses intérieures: dans l'un la pièce tourne, dans l'autre la pièce est immobile et les axes de la meule tournent dans un orbite; cet orbite ou cercle est placé de manière à permettre la rectification intérieure du cylindre ou d'une pièce quelconque.

Autres meulages

Il existe un grand nombre de meulages en plus de ceux déjà décrits, et qui constituent des genres par eux-mêmes. Ce sont le mortaisage, l'affûtage des scies, le découpage des contours, le dressage du verre, de la pierre et d'autres substances non-métalliques. En outre, il y a les genres plus compliqués tels que la rectification des arbres coudés ou à courbes tangentielles du genre des excentriques.

Affûtage des scies

La "machine à échanrer les dents de scie" (saw-gummer), de son nom technique, est l'un des outils les plus importants dans l'industrie du bois et sert à affûter les scies à main, à ruban et circulaires. L'"échanfrage" ou le creusement de l'espace entre les dents est effectué au moyen d'une meule (ordinairement du type convexe), montée à l'angle approprié sur une machine spéciale qui lui communique un mouvement de va-et-vient dans l'espace entre les dents, pendant que la scie à ruban avance et s'arrête toujours à la même vitesse. L'échanfrage et l'affûtage se font simultanément (planche XIII B). Pour les scies circulaires, les dents sont tournées à gros traits sur des machines automatiques pour leur donner la forme requise, après quoi la scie est trempée. Il faut avoir bien soin de ne pas donner à la meule une trop grande vitesse ni de se servir d'une meule trop dure, car on risquerait de surchauffer l'acier trempé.

Meulage de forme

Les surfaces lisses en granite et en marbre, des colonnes, des monuments, des moulages en général, etc., sont ordinairement travaillées à l'aide de meules. Afin de donner au moulage le contour désiré, la face de la meule est préalablement dressée au contour exact mais à l'inverse. On se sert généralement de meules vitrifiées en siliciure de carbone. Cette opération constitue à proprement parler un meulage cylindrique puisque la pièce tourne comme pour le moulage au tour.

Meulage plan

Lorsqu'il s'agit de pierre, le meulage plan consiste à meuler la surface rugueuse des tranches taillées à même les blocs. Cette opération s'effectue sur une machine à chaperonner utilisant une meule à large face. Le surfacage final est accompli à l'aide d'une machine à poupée tournante et flexible, en utilisant la paroi de la meule.

ENDUITS ABRASIFS

Les enduits abrasifs comprennent les papiers et les toiles abrasifs appelés généralement "papiers sablés"; les meules flexibles sur la face desquelles le grain libre est encollé et les disques sur les côtés desquels est fixé le grain libre ou la toile abrasive.

TOILES ET PAPIERS ABRASIFS

Le terme "papier sablé" est une fausse appellation, puisque les papiers abrasifs ne sont pas fabriqués avec du sable. Les abrasifs naturels utilisés sont: le corindon, l'émeri, le grenat, le quartz et le silex, et pour quelques usages spéciaux, la ponce en poudre; parmi les abrasifs artificiels, on emploie le siliciure de carbone, l'alumine fondue et quelques-uns des rouges durs à polir.

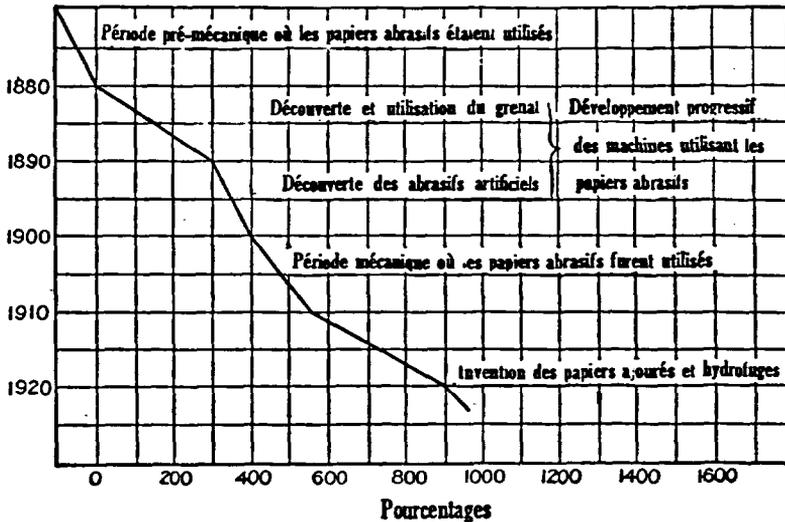
Historique

L'origine des enduits abrasifs en usage de nos jours remonte probablement au douzième siècle, alors qu'on se servait de peau de requin séchée ou d'éclats d'os de baleine pour le récurage. Au cours du siècle suivant, les Chinois fixèrent des coquilles de mer broyées sur du parchemin avec de la résine naturelle. Plus tard les ouvriers suisses employèrent le verre broyé collé sur du parchemin ou de la peau. Les propriétés abrasives du sable sont connues depuis longtemps, puisqu'il était utilisé il y a plusieurs siècles pour le décrassage des planchers en bois et des ponts de navires. L'engommage du sable et du verre sur le papier paraît avoir été pratiqué à l'origine sur une base marchande par W.-J. Davis and Sons, Limited, de Bermondsey, Angleterre, qui sont en affaires depuis 250 ans et passent pour les plus anciens fabricants d'abrasifs de l'univers.

Le papier de verre a été fabriqué pour la première fois aux Etats-Unis vers 1825, par encollage à la main des feuilles séparées; quelques années plus tard, cependant, il fut fabriqué en lisières, l'énergie étant fournie par des "manèges à chiens". Vingt ans plus tard, les qualités abrasives du silex (quartz), des gisements de la Nouvelle-Angleterre, furent reconnues, et, en 1850, le premier outillage pour la fabrication des enduits abrasifs fut imaginé par la Baeder-Adamson Company, de Philadelphie. Le verre et le silex furent les seuls abrasifs utilisés jusque vers 1875, alors que le grenat fut essayé. Ce dernier fut mis sur le marché en 1880, mais on ne se rendit véritablement compte de ses excellentes propriétés de ponçage qu'une dizaine d'années plus tard, alors que le finissage des bois durs commença à se généraliser. Avant cette époque la plus grande consommation se faisait dans l'industrie de la chaussure. Vers 1890, le corindon et l'émeri étaient les seuls abrasifs utilisés sur les métaux. L'industrie des enduits abrasifs se développa rapidement avec l'invention des machines à enduire, à trusquiner et à découper, ainsi que par la découverte de nouveaux et de meilleurs abrasifs,

tels que le grenat pour le bois, et, plus tard, les produits artificiels pour les métaux, en même temps que l'apparition des meules à courroie, à disques et à tambours. Il y a quelques années l'invention des papiers ajourés et hydrofuges a donné un nouvel essor à cette industrie.

Il y a cinquante ans environ, la production de papier "sablé" des Etats-Unis s'élevait à 200,000 rames, d'une valeur de \$750,000, et en 1926, elle atteignait 1,180,000 rames, d'une valeur approximative de plus de \$16,000,000. Les grands producteurs fabriquent de nos jours plus de 8,000 variétés de toiles et papiers employés dans presque toutes les industries utilisant des abrasifs. L'inconvénient de ce grand nombre de variétés a poussé les fabricants, au début de 1928, à réduire de deux tiers le nombre des différents produits. Cette réduction, bien que comportant de grandes difficultés pour l'écoulement des vieux stocks, semble devoir bénéficier à ceux qui utilisent des abrasifs. L'expansion de l'industrie des papiers abrasifs est représentée par le graphique de la figure 10¹.



"Abrasives and Abrasive Wheels" (Fred. B. Jacobs)

Figure 10. Diagramme illustrant l'utilisation progressive des papiers abrasifs.

Fabrication

Les substances utilisées dans la fabrication des papiers abrasifs sont: l'abrasif, la colle et le papier, ou toile, appelé "support", sur lequel le grain abrasif est fixé au moyen de colle.

Abrasif

Les fabricants de papiers abrasifs reçoivent les abrasifs artificiels classés. Toutefois, comme pour la fabrication des enduits abrasifs, le grain exige un classement plus précis que pour les meules, il est généralement

¹ Sidford (A.-J.): "Sandpaper Industry is Reviewed"; Abrasive Industry, p. 151 (juin 1924).

classé de nouveau. Les détails de ce classement varient quelque peu avec les divers fabricants, mais le principe est foncièrement le même que dans les méthodes déjà décrites, sauf que l'on répète plusieurs fois le tamisage, le broyage intermittent et la séparation magnétique.

Depuis quelque temps, des fabricants d'abrasifs et de papier sablé font subir au grain un *traitement spécial* par lequel la surface du grain est rendue rugueuse, de façon que la colle y adhère plus facilement. Une des nombreuses méthodes de traitement chimique consiste à attaquer le grain au fluorure¹ de sodium. On se sert parfois d'autres acides à cette fin.

Il existe aussi un traitement spécial de l'alumine à haute température pour durcir le grain et le rendre rugueux.

Les abrasifs naturels, tel que le grenat, sont reçus sous forme de concentrés mixtes (de différentes grosseurs), et les impuretés qu'ils renferment doivent être enlevées par gravité, opération qui ne serait pas nécessaire si les producteurs de la matière brute y mettaient plus de soin². Le classement des abrasifs naturels est le même que pour les abrasifs artificiels, mais la gamme des différentes grosseurs pour chacun diffère, comme l'indique le tableau des numéros comparés à la figure 12.

Le grain classé est conservé dans des caisses spéciales scellées, à l'abri de la poussière et d'un atmosphère chargé d'huile, et chauffé avant d'être placé dans la trémie d'alimentation placée au-dessus de la "machine à enduire", dans laquelle le papier est revêtu d'abrasif. Il est très important que le grain soit propre, car la moindre pellicule empêche son adhésion. Le pouvoir adhésif du grain est proportionnel à sa capillarité. Les détails de l'essai de capillarité sont décrits brièvement à la page 42 de la partie III. En chauffant le grain, on augmente son pouvoir absorbant. Le traitement chimique qu'on lui fait subir enlève non seulement la pellicule qui diminue sa capillarité, mais attaque aussi la surface du grain et lui donne un grand pouvoir adhésif.

Colle

Le choix et la qualité de la colle sont de la plus grande importance, plus importants même que le choix de l'abrasif lui-même, car la colle doit pouvoir résister à la forte usure et aux efforts de traction auxquels les machines à sabler modernes soumettent le grain. Si les grains sont arrachés avant d'être émoussés ou brisés, le papier ou la toile devient inutile, si bon que soit l'abrasif. Une bonne colle doit posséder une grande viscosité ou pouvoir adhésif, la ténacité suffisante pour résister à l'arrachement et être flexible. Il y a plusieurs variétés de colle, telles que la colle de peau de bétail, la colle d'os ou un mélange des deux. La colle de peau de la meilleure qualité est celle qui donne les meilleurs résultats.

La colle solide est fondue dans des bouilloires à vapeur à une température qui ne doit pas dépasser 150°F., puis essayée au point de vue de sa viscosité et de sa rigidité une fois refroidie, et mise de côté si elle ne possède pas le degré requis. On prépare juste la quantité nécessaire pour 24 heures, car la colle se détériore rapidement et se désagrège au-dessus de 150°F.

¹ Hartman (A.): Brev. amér. 148792, 5 fév. 1924.

² Pour de plus amples détails voir "Les Abrasifs", Troisième partie, le Grenat.

La colle liquide coule de la bouilloire principale par gravité, dans des tuyaux, dans une auge à chemise à vapeur, dans laquelle tourne le cylindre qui encolle le papier. La température de la colle est maintenue à 140°F., et sa consistance peut être d'une partie d'eau pour 1 partie $\frac{1}{4}$ de colle, en poids, pour les papiers à gros grain, et de deux parties d'eau pour 1 partie de colle pour des papiers à grain fin.

Support

Quand on désire obtenir un papier résistant comme pour le grenat et les abrasifs artificiels, on emploie un papier lourd de fibre Manille, préalablement éprouvé quand à la résistance, la fibre et la flexibilité; pour le silex ou l'émeri on utilise du papier kraft. Pour les supports en toile pour le travail du métal on se sert de coutil de coton de composition et de poids divers. Le coutil est préparé en l'étendant sur les machines en longueurs de 28 à 34 pieds. Les lisières sont ensuite cousues ensemble et saturées d'argile et de colle, afin de boucher les pores pour rendre la toile imperméable aux couches d'abrasif et de colle. Le double support se compose de papier et de toile légère collés ensemble, l'abrasif étant appliqué sur le côté du papier, vu que la colle adhère plus fortement au papier qu'à la toile. Ce double support est plus fort que le papier et s'étend moins que la toile seule, ce qui le rend tout à fait approprié au sablage par courroie. Le papier "double face" se compose de deux minces feuilles assujetties ensemble avec un adhésif argileux, qui permet de séparer facilement les feuilles après les avoir enduites. Les papiers et les toiles sont mis en rouleaux de mille verges, dont la largeur ordinaire est d'environ 30 pouces.

Enduit des papiers et des toiles

La figure 11 donne une idée assez exacte de la "machine à enduire" et des diverses opérations de la fabrication des papiers enduits. On trouvera ci-après une courte explication du procédé. Le rouleau de papier est d'abord alimenté à une presse à imprimer rotative automatique qui imprime (à tous les pieds carrés) le nom de la compagnie, la marque de commerce et le numéro du grain. Il passe ensuite à travers un espace chauffé où il se réchauffe avant de venir en contact avec la colle. Le revêtement se fait en passant le papier sur le sommet d'un cylindre en caoutchouc tournant dans l'auge contenant la colle chauffée à la vapeur; il se dépose ainsi une mince couche de colle sur la face du papier, l'épaisseur de la couche étant contrôlée à l'aide d'un cylindre intermédiaire réglable (*voir* planche XIVA). Le papier passe ensuite sous une brosse oscillante qui étend la colle uniformément et aplanit les aspérités avant que la feuille passe sous le jet d'abrasif. Le grain tombe d'une première grosse trémie dans une seconde à chemise de vapeur où il est réchauffé avant de passer par une ouverture aussi longue que la largeur du papier, et dont la largeur de l'orifice est déterminée par la grosseur du grain et la vitesse de la machine. De là, le grain tombe sur un cylindre distributeur en mouvement (d'ordinaire chauffé à la vapeur) et, enfin, sur la surface enduite de colle, en une chute parfaitement égale. La feuille en mouvement s'enroule ensuite sur un gros cylindre d'acier et l'abrasif est pressé dans la surface enduite de colle. (Cette opéra-

A — 1,000 verges de papier-toile.
 B — Cylindre pour l'impression des détails au verso.
 C — Chambre chaude.
 D — Cylindre chaud.
 E — Auge à colle à chemise de vapeur.
 F — Cylindre de caoutchouc distributeur de colle.
 G — Cylindre réglable.
 H — Brosse oscillante pour lisser la colle.
 I — Trémie d'alimentation pour abrasif.
 J — Trémie à chemise de vapeur pour réchauffer le grain.

K — Cylindre chaud pour étendre uniformément le grain
 L — Couche épaisse d'abrasifs.
 M — Cylindre à presser le grain.
 N — Batteur pour secouer le surplus de grain.
 O — Chicane dirigeant le surplus de grain à la courroie transversale, de là à la trémie d'alimentation.
 P — Tambour aspirant perforé mécanique.
 Q — Réserve des tringles-supports.
 R — Tringles se mouvant lentement le long de rails au plafond, disposant le papier en festons.

S — Glissoire pour supports au bout des rails, transportés à Q à la main.
 T — Machine à encoller semblable à E, F, G.
 U — Disposition en festons comme précédemment.
 V — Cylindres pour redresser les bords recroquevillés.
 W — Cylindres pour rendre le papier flexible.
 Y — Enroulement automatique du papier enduit.

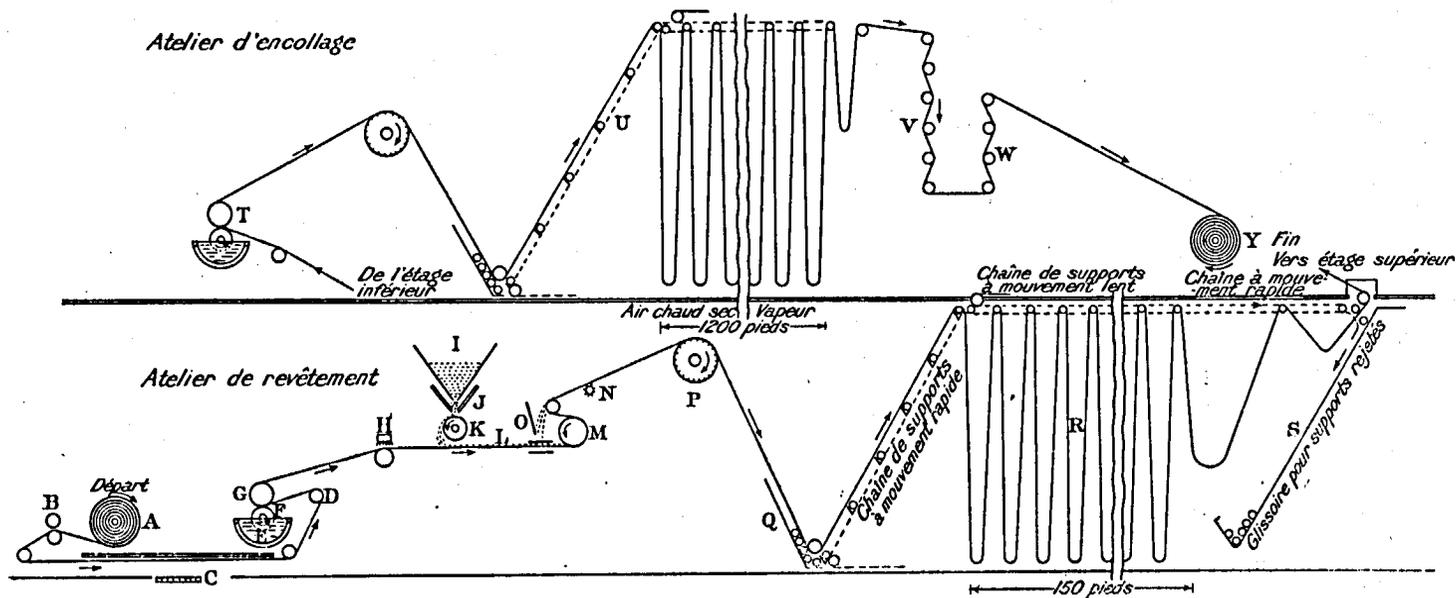


Figure 11. — Diagramme d'une installation pour la fabrication des toiles et des papiers abrasifs.

tion cependant n'est effectuée que pour le grain de gros calibre). Le papier passe ensuite sur un "secoueur" rotatif qui fait sauter les grains qui n'adhèrent pas. Ceux-ci suivent la pente du papier et sont reçus et entraînés par une courroie transversale comme l'indique la figure. Un tambour perforé à grande surface, relié à un aspirateur, établit une forte suction qui saisit le papier à mesure que le tambour tourne et l'arrache de la machine; cette opération sert encore à faire disparaître les plis. Le papier est ensuite transporté automatiquement jusqu'au toit au moyen de tringles de bois qui sont saisies par les butées d'une chaîne sans fin et qui rencontrent une chaîne à mouvement lent, obligeant le papier, qui est en mouvement plus rapide derrière la chaîne, de se former en festons d'environ 17 pieds de hauteur. Ces supports mobiles sont entraînés très lentement sur une distance d'environ 150 pieds au-dessus de bouches d'air chaud (voir planche XIVB).

La série suivante d'opérations consiste à déposer une seconde couche de colle sur le papier déjà enduit d'abrasif; c'est l'"encollage". En arrivant au terme de son passage au-dessus des bouches d'air chaud, l'avance de la chaîne s'accroît automatiquement et le papier passe de nouveau dans l'auge de collage, de la même façon qu'au début; mais cette fois la colle est beaucoup plus claire, soit environ cinq parties d'eau pour une de colle. La colle enveloppe complètement les grains et les fixe les uns contre les autres, ce qui permet au papier de résister à la friction du sablage. La première couche de colle ne fait que retenir les grains sur le support sans leur donner la résistance à la traction. Après le passage dans la machine à encoller le papier est disposé en festons comme auparavant sur des supports animés d'un mouvement lent au-dessus d'un courant continu d'air chaud sec venant des bouches et aspiré vers le haut par des ventilateurs, assurant ainsi la circulation d'air nécessaire au séchage. Le papier, en arrivant à la fin de sa course, est soumis à l'action de la vapeur qui le ramollit. En passant et repassant dans un train de cylindres parallèles rapprochés, le papier s'étend et les bords recroquevillés se redressent. Il passe ensuite entre d'autres cylindres qui le rendent flexible. Finalement le papier enduit est mis en rouleaux de 1,000 verges, sur une machine à commande automatique qui assure une vitesse périphérique constante au rouleau dont le volume s'accroît à chaque révolution.

Plusieurs éléments sont à considérer si l'on tient à obtenir un produit de qualité uniforme. L'épaisseur du papier n'étant pas toujours uniforme, il faut régler en conséquence l'écartement des cylindres déposant la colle; par ailleurs, des papiers différents absorbent des proportions différentes de colle. La capillarité de l'abrasif varie avec sa taille et sa nature; de plus, la viscosité des diverses colles varie et doit être vérifiée constamment. En tenant compte de ces exigences, l'homogénéité du papier abrasif dépend en grande partie de l'expérience et de l'habileté de l'opérateur de la machine à enduire.

Découpage et emballage

Après une semaine de dessiccation naturelle le rouleau de 1,000 verges est transporté à l'étage de découpage où il est taillé aux multiples longueurs et dimensions requises. Pour les feuilles courantes de 9 pouces sur 11, le

rouleau est déroulé et le papier est passé sous quatre couteaux rotatifs circulaires qui taillent les bords extérieurs et fendent les trois lisières de 9 pouces de largeur. Chaque longueur de onze pouces est coupée automatiquement par un grand couteau. Les feuilles coupées sont enlevées par trois courroies sans fin qui recueillent automatiquement 24 feuilles (une main), et transportent le lot à la section d'inspection et d'emballage. Après inspection les feuilles sont disposées en paquets d'un quart de rame de 5 mains. Des feuilles d'autres dimensions sont aussi coupées, mais 9 pouces sur 11 est la taille courante. Des rouleaux sont préparés en longueurs de 50 verges, depuis la pleine largeur de 27 pouces (48 pouces pour le papier de grenat), ou l'une quelconque des vingt différentes largeurs, jusqu'aux lisières étroites de $2\frac{1}{2}$ pouces.

Certaines industries exigent de nombreuses dimensions et formes, telle que l'industrie de la chaussure qui utilise diverses lisières de $\frac{1}{2}$ à $2\frac{1}{2}$ pouces, dont la plupart doivent être moulées en courbes de divers profils (voir description de l'industrie de la chaussure).

Fabrication et usages de papiers spéciaux

Papiers à double face

Ces papiers minces et très légers sont utilisés pour le finissage, leur grain est fin, de 0 à 7/0, soit moins de 280 mailles. Ce papier est trop mince pour résister à l'effort dans les machines à enduire et aux opérations subséquentes, c'est pourquoi on fabrique des papiers à double enduit de colle forte et d'abrasif sur les deux côtés—d'abord sur un côté, et quand ce dernier est sec, sur l'autre; ces deux morceaux peuvent facilement être séparés en deux feuilles minces, très flexibles, chacune enduite d'abrasif sur un côté.

Les papiers à double face sont mis en paquets de 240 feuilles qui, en les séparant, donnent 480 feuilles courantes à une seule face.

Papiers ajourés

Ces papiers, qui furent inventés en 1918, possèdent des espaces libres entre les grains ("évacuation des poussières") et sont surtout utilisés dans les industries du bois et sur les surfaces peintes. Ces papiers coupent très rapidement et sont très flexibles, mais leur principal avantage est de s'encrasser très peu vu que les particules arrachées peuvent s'accumuler sans inconvénient ou tomber. Il y a quatre types de papiers ajourés—"très ajourés", utilisés seulement pour les substances gommeuses; "ajourés", pour les travaux de peinture; "moyennement ajourés", pour le cuir, le bois mou, etc., et "légèrement ajourés", pour les bois durs et les surfaces non-métalliques de dureté moyenne. Bien que ces papiers possèdent une grande vitesse de coupe, s'ils sont trop ajourés, la coupe est réduite par suite de la réduction de l'abrasif; de sorte que pour obtenir les meilleurs résultats, il faut se servir du type qui convient à la substance à surfacer. Ces papiers ou toiles ajourés sont surtout fabriqués en alumine et remplacent, dans une certaine mesure, le grenat naturel pour les bois durs.

La distribution uniforme du gravier nécessaire pour la fabrication de ces papiers exige beaucoup de précision. L'écoulement du grain est quelquefois réglé au moyen de la trémie alimentatrice au fond de laquelle sont insérés des plateaux ayant un nombre déterminé de trous ou de fentes, espacés à intervalles réguliers. Les différents plateaux produisent les divers degrés de compacité du grain. La vitesse d'avance de la feuille est aussi un élément à considérer.

Papiers hydrofuges

Comme leur nom l'indique, ces papiers sont employés avec de l'eau. Pour "le ponçage à l'huile", on se sert de papiers abrasifs ordinaires avec de l'huile, mais ils se désagrègent rapidement dans l'eau. Les papiers hydrofuges présentent plusieurs avantages sur les papiers ordinaires en ce qu'ils ne donnent pas de poussière et que la solution employée emporte les copeaux, de sorte qu'ils s'encrassent rarement et, par conséquent, donnent de bien meilleurs résultats. Le liquide lubrifie et produit un meilleur fini que le ponçage à sec. Il faut employer beaucoup d'eau, car elle durcit la surface à sabler, et, par le fait même, donne un fini plus parfait. Les papiers hydrofuges sont très flexibles lorsque mouillés, mais employés à sec ils se brisent plus facilement que les papiers ordinaires, entraînant ainsi une perte de temps et d'argent.

Les papiers hydrofuges sont avant tout utilisés sur toutes les surfaces peintes, vernissées ou laquées, et ils trouvent une application considérable dans le polissage des carrosseries d'automobiles.

L'usage de ces papiers s'est rapidement répandu et il constitue aujourd'hui presque 20 pour cent de l'industrie des papiers abrasifs. Cette augmentation coïncide avec l'emploi très répandu aujourd'hui des finis à la pyroxyline, tels que le "Duco".

La principale différence de fabrication réside dans l'adhésif, qui naturellement n'est pas de la colle. Le mélange utilisé par les diverses compagnies semble être leur secret, mais un mélange composé d'huile de noix de Chine et d'huile de lin est quelquefois utilisé. Le papier est hydrofuge des deux côtés.

Les abrasifs et leurs principaux usages sous forme de papiers enduits

On trouvera dans les parties I, II et III des renseignements sur les gisements, les propriétés et les usages des abrasifs naturels.

Silex

Le vrai silex, en quantité commerciale, est peu répandu en Amérique, où la substance désignée sous le nom de silex est du quartz broyé provenant surtout de la Nouvelle-Angleterre. Jusqu'en 1875, ce minéral tenait le premier rang dans le domaine des papiers abrasifs, mais depuis lors son emploi a constamment décliné avec la découverte de substances plus dures et meilleures. Les Etats-Unis ont accusé, en 1926, le faible rendement de 269,000 rames.

Le papier de silex est le plus économique de tous les papiers abrasifs; il est utilisé surtout pour les travaux manuels et forme le gros des stocks des revendeurs. Sa principale application industrielle est pour le ponçage des surfaces qui encrassent le papier avant qu'il soit usé, et comme tous les types de papier s'encrassent vite au ponçage des pièces tendres et deviennent inutiles, le silex commun est le plus économique. C'est pourquoi les peintres et ceux qui travaillent les bois mous résineux s'en servent plus que de tout autre. Le papier de silex n'est pas utilisé sur les machines à poncer, car il n'a pas la puissance de coupe des autres toiles et papiers abrasifs.

Le papier de vrai silex est en grande partie fabriqué en Angleterre avec des cailloux de silex qui se présentent en abondance dans la craie. Ce silex est plus tenace que celui d'Amérique, aussi tenace que le grenat, mais moins tranchant. Il est gris opaque par rapport au quartz, lequel ressemble au verre.

Emeri

L'émeri de Turquie est préférable à celui de Grèce et meilleur que l'émeri américain. Sa principale application est dans la fabrication des papiers à grain fin. A une certaine époque il était employé pour enduire la toile, de la même façon que le silex pour le papier. Le terme "toile émeri", encore souvent employé dans l'industrie, n'indique pas le véritable émeri mais généralement le siliciure de carbone. En apparence, la toile émeri ressemble un peu à celle de siliciure, mais elle est gris noir, souvent tachée d'impuretés et ne possède pas l'éclat caractéristique des abrasifs artificiels.

La fabrication des papiers et toiles émeri décroît sans cesse comme le démontre la production des Etats-Unis en 1926, laquelle fut de 43,000 rames, et ce chiffre n'était déjà que la moitié de celui de 1920 et de beaucoup le plus faible de tous les papiers abrasifs ordinaires. L'émeri en grain très fin est enduit sur un support en papier bleu, flexible, connu sous le nom de papier émeri à polir. Ce papier est utilisé en bijouterie et par les fabricants d'appareils électriques et autres, pour adoucir et polir les métaux tendres.

Corindon

Le corindon naturel pur est un abrasif très efficace pour le polissage des métaux et du bois—en autant qu'il s'agit de ténacité et de dureté. Malheureusement, sa tendance à fendre en bandes et en fragments à côtés parallèles l'ont fait abandonner dans la fabrication des papiers abrasifs, du moins en Amérique. Il y a environ 20 ou 25 ans, avant que la supériorité du corindon artificiel fut universellement reconnue, les papiers de corindon naturel étaient en assez grande demande en métallurgie, en tannerie, ainsi que dans les diverses industries du bois. Les papiers de corindon ressemblent beaucoup aux papiers de silex anglais, mais s'en distinguent par les taches noires du papier de silex.

Grenat

De nos jours le meilleur grenat abrasif provient des Adirondacks, dans l'Etat de New-York. Son utilisation, qui commença en 1880, a répondu à un besoin qui se faisait sentir depuis longtemps d'un abrasif approprié pour le ponçage de certains matériaux, en particulier le bois dur. Il occupe

encore aujourd'hui le premier rang dans les industries du bois, bien que depuis un an ou deux il ait été partiellement remplacé par les toiles et papiers ajourés en alumine.

En feuilles, il trouve généralement son emploi dans les grandes fabriques de meubles, de pianos et en ébénisterie, pour le ponçage à la main des bois durs. En rouleau, il est utilisé sur les machines à courroies, à tambours ou à disques pour le ponçage et le finissage du bois dur. La toile de grenat est employée de la même façon que le papier, par le même groupe d'industries, et en combinaison avec le papier, pour le ponçage par courroie, là où une matière très lourde qui ne s'étend pas est requise.

La production du papier et de la toile de grenat aux Etats-Unis est la plus élevée de tous les papiers abrasifs, et, en 1926, elle atteignit 469,000 rames, chiffre cependant un peu inférieur à celui de l'année précédente d'un rendement maximum de 517,000 rames.

Oxyde d'aluminium

L'usage de cette substance sous forme de papiers abrasifs a considérablement augmenté depuis dix ans; il s'adapte d'ailleurs particulièrement bien au meulage des métaux durs, tels que l'acier, la fonte, le fer forgé, etc. Cet accroissement coïncide avec l'expansion de l'industrie automobile et des industries annexes qui absorbent des quantités considérables de papiers hydrofuges.

Siliciure de carbone

Les papiers et toiles en siliciure de carbone sont employés surtout pour le travail des métaux, en particulier de métaux à faible résistance à la traction comme l'aluminium, le laiton, le cuivre, etc. Ces papiers tiennent la première place dans les industries du cuir et de la chaussure et sont en assez grande demande comme papier imperméable pour le ponçage à la main. La colle adhère difficilement, cependant, à cet abrasif, par suite, croit-on, d'une pellicule qui se forme à la surface du grain, aussi à cause de la surface vitreuse et douce de quelques-uns des éclats. Par le passé cette pellicule causait une dislocation excessive des grains, mais aujourd'hui on surmonte cet inconvénient en faisant subir au grain un traitement spécial à l'acide avant de le coller sur la toile et en ajoutant un peu d'émeri qui agit comme agglomérant.

Crocus

Le crocus, un rouge dur pourpre, est utilisé sous forme de papier et de toile pour le polissage final des métaux auxquels on veut donner un poli parfait et pour nettoyer le métal quand on ne doit pas l'user. Il n'est fabriqué qu'en un seul calibre.

Verre

Le verre pulvérisé et classé est quelque peu employé sous forme de papier abrasif en Europe où il remplace le papier de silex pour le surfacage à la main des bois mous. Il est aujourd'hui très peu utilisé en Amérique.

Normalisation du calibre des grains pour papiers abrasifs

Le classement comparatif des grains est très imprécis. Le même symbole, pour deux abrasifs différents, n'indique pas toujours que les grains sont de même calibre.

MAILLE	SILEX	GRENAT	Silicium de carbone	ALUMINE et ÉMER'		ALUMINE		Silicium de carbone	
280					GRENAT		NOUVELLE		NOUVELLE
240					ANCIENNE		ANCIENNE		
220									
200	.36	.76			.76		280		280
180	.56	.96	.220 200		.56	240	240	240	240
160	.36	.56		.36	.56				
140	.26	.36+.46	.180	.36	.46	180	180	220	220
120		0+.36	.150		.36	150	150	180	180
100	0		.120	0	.36		150	150	150
90		.26	.100	.100	.26	120	120		
80	.1/2	1/2x	90	.1/2			100		100
80		0		1	0		80		80
70	.1		.80	.1/2		80	80		
70			.70	1 1/2		70	70	80	80
60		.1/2	.60	2	.1/2		60	70	80
50	.1/2	1x	.50		1	60	60	70	
40	.2	1 1/2x	.40	.2 1/2		50	50	50	50
40		.1/2		3	.1/2	46	40	40	40
30	.2 1/2	2x 2 1/2x	.36 .30		2		36	36	36
30		.2 1/2		.3 1/2	.2 1/2	36	30	30	30
20	.3 .3 1/2	.3 .3 1/2	.24 .20	.4	.3 1/2	24	24	24	24
20					.4	20	20	20	20
15						16	16	16	16
10			.16	.4 1/2		12	12	12	12

Manning Abrasive Co., Inc., janvier 1923

. Classification standard

x Classification Barton

Abrasive Industry, juillet 1923

Compilé par A. J. Sidford

Figure 12. Tableau comparatif de l'ancienne et de la nouvelle classification des grains abrasifs.

Par suite des variations dans la forme et la cassure du grain, on a tenté d'établir un standard de classement suivant lequel les diverses variétés seraient connues d'après le calibre utile du grain, plutôt que par le numéro de la maille du tamis. D'après la présente classification, différents

minerais passant à travers un même tamis n'ont pas exactement le même calibre. La comparaison par calibre utile du grain est plus exacte que par le numéro de la maille du tamis.

Le tableau de la figure 12 montre l'ancien et le nouveau classement projeté¹. Le calibre des trois abrasifs grenat, oxyde d'aluminium et silicure de carbone, correspond maintenant au numéro de la maille des tamis d'essai. On conserve trois types standards de sables de grenat auxquels doivent correspondre les calibres des trois substances précitées. On donne quelquefois à l'alumine des symboles fractionnaires et correspondant au grenat.

Essai des papiers abrasifs

Un procédé assez simple de comparer la résistance des diverses marques de toiles et papiers abrasifs consiste à découper des longueurs échantillons de 9 pouces sur 1 et d'en fixer les extrémités entre deux mâchoires plates en bois. Ces dernières sont suspendues verticalement à environ 5 pieds du sol, la mâchoire supérieure étant fixe et un plateau attaché à la mâchoire inférieure, sur lequel des poids sont placés jusqu'à ce que l'échantillon tendu entre les deux mâchoires se brise. Les extrémités du papier doivent entrer d'environ 2 pouces dans les mâchoires des brides. L'effort de rupture est calculé en pouces linéaires d'après le total des poids suspendus. Le plus fort papier supporte naturellement le plus de poids avant de se briser².

On examine la nature du grain en faisant bouillir pendant environ une heure un pied carré de papier neuf; cette ébullition a pour effet de détacher le grain du support. Le grain est alors lavé et examiné à la loupe au point de vue de cassure, impuretés, forme et dureté. Les impuretés magnétiques dans le grenat peuvent être séparées du grain sec au moyen d'un aimant ordinaire et leur pourcentage calculé en poids ou en volume.

Un essai pratique peut être effectué à l'usine en prenant des courroies abrasives de diverses marques, mais de même grosseur de grains, longueur et largeur, et en les passant sur des blocs d'essai en bois. Des blocs mesurés et pesés d'un même bois sont appliqués sur la face de la courroie en marche à une pression constante et pendant un même temps, puis mesurés et pesés de nouveau. Le meilleur papier est celui qui coupe le plus de matière dans le temps donné. Cet essai est ensuite répété avec les mêmes blocs jusqu'à ce que chaque courroie soit usée ou fasse défaut, et le temps total de marche est noté, la meilleure courroie étant celle qui dure le plus longtemps. Des disques ou ces sableurs à tambour peuvent aussi être employés pour effectuer des essais, mais il en coûte plus de travail pour ajuster les divers disques ou pour enduire les tambours. Les courroies usées peuvent être examinées pour se rendre compte si l'abrasif est réellement usé ou s'il a été arraché par suite d'un mauvais encollage.

¹ Tableau préparé par A.-J. Sidford, Herman Behr & Co. Voir *Abrasive Industry*, p. 218 (juillet 1926).

² Jacobs (F.-B.): "Abrasive and Abrasive Wheels", pub. par N.-W. Henley Publishing Co., N.-Y., page 171 (1919).

MEULAGE ET POLISSAGE FLEXIBLES

Le meulage flexible s'effectue à l'aide de meules flexibles ordinairement en tissu ou en cuir sur la face desquelles l'abrasif est encollé. Le meulage proprement dit s'identifie petit à petit avec le polissage et le brunissage. La principale différence entre les deux réside dans la grosseur ou la finesse de l'abrasif utilisé et son mode de fixation sur la meule. Quand on doit produire un fini brillant l'opération constitue le "brunissage" et s'exécute avec des meules à peu près semblables mais plus douces. Il n'existe pas de distinction standard entre ces diverses opérations et naturellement la terminologie en est fort imprécise. Les différences essentielles sont les suivantes:

Le meulage flexible consiste à meuler la surface de pièces ordinairement à contours irréguliers qu'il est difficile et souvent même impossible de travailler avec des meules solides. La meule flexible "s'étend" et se conforme aux irrégularités de la surface et peut effectuer un meulage grossier comportant l'enlèvement de beaucoup de matière, mais le plus souvent elle sert à préparer la surface pour le polissage.

Le *polissage* consiste à donner du lustre en enlevant les traces d'outil, les égratignures et toutes autres inégalités des surfaces métalliques. Le polissage se divise en trois différentes opérations: l'ébarbage, le polissage à sec et le finissage. Elles se différencient par la grosseur ou la finesse de l'abrasif et par sa nature. Plusieurs substances non-métalliques, telles que la pierre, le caoutchouc, l'ivoire, le verre, etc., sont aussi finies par l'opération dite de polissage; mais on se sert généralement de tampons sur lesquels l'abrasif est appliqué libre avec l'eau et non fixé avec de la colle.

Le polissage au buffle est un polissage plus parfait par lequel sont enlevées les légères aspérités qui restent généralement après le premier polissage. Il diffère de celui-ci en ce qu'un abrasif doux, tel que le tripoli ou le rouge, est employé sur une meule flexible (ordinairement en tissu), l'agglomérant étant un composé de cire. Il sera décrit plus loin.

Fabrication et collage de l'abrasif sur les meules à polir¹

Historique

Il semble qu'à l'origine les meules à polir aient été formées de bois couvert de cuir. Plus tard, elles furent fabriquées en disques de cuir de forme convenable et collés ensemble et, plus récemment, en cousant ensemble plusieurs disques de toile à voile. Celles-ci furent ensuite remplacées par les meules en disques de peau de mouton, auxquelles succédèrent les meules de feutre solide, d'une seule pièce, taillées à même des nappes de feutre.

¹ Renseignements fournis surtout par Devine Brothers, Utica (N.-Y.), ou tirés de leurs nombreuses publications et catalogues.

Des formes perfectionnées de ces différentes meules sont utilisées de nos jours, mais le progrès le plus marquant est l'invention des meules comprimées avec moyeu en fonte, plaques d'acier ou rondelles extérieures en cuir, ou quelque autre substance. Ces accessoires assurent la rigidité désirée au corps de la meule et permettent de contrôler son degré de flexibilité.

Types de meules flexibles à polir

La plupart des meules comprimées sont en cuir ou en canevas, mais la peau de morse, le feutre, le canevas et un composé de caoutchouc pour courroies, le papier, le feutre tissé, le liège, etc., sont souvent utilisés. Certaines meules sont aussi fabriquées avec ces matières, soit sous forme solide, soit sous forme de disques ou de lisières collées ou cousues ensemble.

MEULES COMPRIMÉES

Ces meules diffèrent des anciens types par leur fabrication et par leur action¹.

Elles sont fondées sur le principe de compression et détente; compression pour généraliser les éléments, y compris le coussinet en une masse à peu près homogène et pour permettre de contrôler la compacité de la meule; détente, pour donner de la "vie" ou élasticité à la meule par force centrifuge lorsqu'elle est en mouvement... La vie de la meule en mouvement lui est communiquée par détente, et c'est cette réaction que l'opérateur produit en pressant la pièce contre la meule.

Pour fabriquer une meule comprimée, on assemble radialement des blocs plats de cuir, de canevas ou de quelque autre substance en une rondelle considérablement plus grande que le diamètre de la meule finie.

Les blocs sont placés sur leur longueur, perpendiculairement à la face de la meule et parallèlement à l'alésage. Les bords des blocs forment la face de la meule.

Lorsqu'on emploie du canevas ou d'autres textiles le matériel est coupé de biais pour l'empêcher de se détisser. De cette façon, les extrémités du fil sont présentées à la face de la meule.

L'usage de blocs de cuir permet de choisir des pièces de compacité uniforme pour former le coussinet. La densité et la porosité des peaux varient considérablement avec les différentes parties et il est nécessaire d'employer plusieurs petites sections de diverses peaux pour avoir assez de morceaux pour fabriquer une meule. Leur disposition et la compression rend uniforme la densité du coussin. Le grain du cuir est présenté à la face de la meule.

La rondelle formée de disques assemblés est réduite, par compression à la périphérie, au diamètre approximatif de la meule finie. Elle est maintenue en place de l'extérieur, au moyen d'un anneau métallique, jusqu'à ce que la meule soit à peu près complétée.

La meule ainsi comprimée est ensuite découpée de manière à s'ajuster dans les rainures annulaires des plaques métalliques latérales. Le moyeu est usiné aux dimensions exactes avant d'être monté et le trou de l'arbre porte-meule percé et alésé pour assurer un ajustage parfait.

Les plaques latérales sont ajustées avec soin dans le congé, une de chaque côté, en même temps que le moyeu est placé entre elles. Le coussinet, les plaques latérales et le moyeu sont alors assemblés sous pression. Une fois en place, les plaques latérales et le moyeu sont rivés, formant un centre solide qui maintient le coussinet fermement en place. La figure 13 est une coupe verticale d'une meule comprimée et en montre sommairement sa construction.

¹ "Abrasive Metal Finishing", publié par Devine Bros, Utica N.-Y., p. 31 (1926).

L'anneau métallique est alors enlevé de la meule qui est ensuite montée sur son propre centre. La face de la meule est tournée et façonnée (ou formée) pendant que la meule est en mouvement. Des tubes d'équilibrage sont ensuite rivés à la meule qui est enfin peinte puis inspectée. Elle est alors prête pour l'expédition.

On effectue la compression périphérique mentionnée plus haut en forçant la meule à travers un cône en fer au moyen d'un mouton hydraulique, le sommet effilé du cône étant le diamètre réduit à donner à la meule.

L'épaisseur du coussinet varie de 1 à 3 pouces et la largeur de la face de $\frac{1}{4}$ à 4 pouces.

Par suite de leur résistance et de la sécurité qu'elles présentent, il n'est pas nécessaire de fabriquer ces meules à plus de 24 pouces de diamètre, car on peut leur donner une très grande vitesse périphérique sans aucun danger.

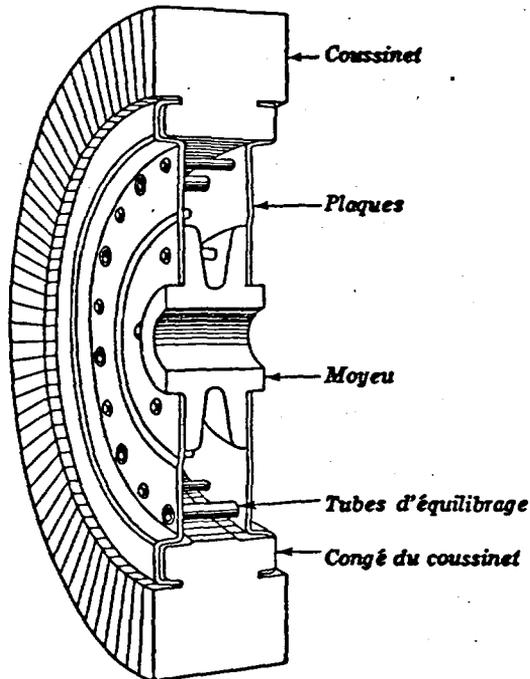


Photo Divine Bros.

Figure 13. Profil d'une meule flexible comprimée.

La variété des travaux qui peuvent être exécutés avec ces meules comprend presque tous les types de polissage, quoique chaque genre de travail exige une meule spéciale.

Les meules fabriquées en *peau de cou de bœuf*, tannée à l'écorce de chêne, servent aux usages généraux, depuis l'ébarbage grossier jusqu'au finissage le plus parfait. Ce cuir est plus mou, plus spongieux, et possède un grain plus ajouré que le cuir de dos. Avec les *meules de canevas*, on peut exécuter un nombre à peu près égal de travaux, mais ces meules conviennent surtout aux travaux à l'huile ou à la graisse. La meule *composée*, formée

de toile de canevas et de courroie de caoutchouc, retient solidement les abrasifs à gros grain et s'adapte bien aux travaux grossiers et de grande fatigue, comme l'ébarbage des grosses pièces de fonte. La *meule en peau de morse*, à cause de son grain ajouré et de sa face veloutée, est utilisée pour les finis fins; elle est beaucoup employée pour les pièces d'argenterie et de bijouterie. Grâce à son coussinet élastique, la meule de canevas est en train de supplanter la *meule de feutre* pour le polissage des pièces délicates. La *meule de laine de feutre*, à cause de la texture cellulaire du tissu, absorbe la colle et retient le grain abrasif avec une force extraordinaire. Elle est plus rigide et possède une face plus plane que la meule de canevas. La *meule de papier*, composée de papier de paille très homogène et travaillant en parfait équilibre, est une meule à face dure qui se prête tout à fait bien au polissage de précision des surfaces planes. La *meule de peau de mouton* possède une face extrêmement tendre et compacte et sert à donner les finis les plus parfaits, par exemple aux outils de précision, aux instruments de chirurgie, aux pièces délicates de fusils; elle est aussi utilisée en joaillerie. Ces meules servent au polissage et au brunissage. Les *meules à courroie* sont entourées d'une courroie à la périphérie et sont soit en cuir, soit en papier. Elles sont beaucoup employées en Angleterre pour une grande variété de travaux de polissage. Avant l'invention de la meule comprimée, la meule solide en bois avec courroie de cuir autour de la périphérie était la plus populaire en même temps que le type le plus ancien de meule à polir. Son principal emploi est pour obtenir une surface parfaitement plane tout en lui conservant ses arêtes vives.

MEULES SOLIDES NON COMPRIMÉES

Meules à disques de canevas. La fabrication de ces meules s'effectue de la façon suivante: des draps de toile ou de canevas, d'environ 15 pieds de longueur sur 4 pieds de largeur, sont posés sur un banc et des petits morceaux de toile de diverses formes sont disposés sur le premier drap, mais sans se chevaucher; ces pièces sont recouvertes d'un autre grand drap et d'autres morceaux disparates, mais cette fois avec le fil à angle droit avec la couche inférieure, et l'opération se répète jusqu'à une épaisseur de 20 ou 30 rangs, alors que le tout est encore recouvert d'un grand drap. On maintient la matière humide et les morceaux ainsi mouillés gisant plus à plat facilitent les manipulations subséquentes. Cette couverture est enroulée jusqu'à ce qu'elle soit coupée en disques, alors que le paquet humide est déroulé et la dimension désirée pour la meule découpée au moyen d'une machine circulaire à matricer munie de pointeaux. Les coutures peuvent être soit "ouvertes" soit "fermées". Dans le premier cas, il n'y a qu'un seul rang de points rapprochés du trou central, tandis que dans le second les coutures sont faites en spirales depuis le centre jusqu'au bord au moyen d'une machine automatique. D'autres types ont jusqu'à trois ou quatre coutures concentriques.

Les meules de canevas de bonne qualité ne sont pas faites de chiffons, mais chaque disque est fixé individuellement en lui donnant une légère courbure de manière à présenter sans cesse un "grain oblique", tandis que d'autres sont formées de séries de plis. Les types mentionnés plus haut sont utilisés surtout pour le brunissage, mais pour le polissage les meules de

canevas sont ordinairement munies de plaques métalliques boulonnées aux parois, ou parfois d'une série de rondelles métalliques. Pour plusieurs usages chaque épaisseur de deux ou trois disques est cousue et chaque groupe est encollé. La flexibilité de ces meules varie avec le nombre de coutures et la quantité de colle. Elles servent surtout pour le polissage grossier des pièces de fonte ou d'acier fondu.

Certaines meules sont formées de disques de cuir de cou, de peau de mouton, de feutre gris d'Espagne ou du Mexique, de feutre de laine, etc., cousus ensemble et façonnés en meules à polir et à brunir.

Les *meules solides* sont en peau de morse, en bois, avec face garnie de cuir, ou formées de disques de papiers collés et de diverses autres combinaisons.

Les divers types de meules flexibles utilisés pour le polissage sont illustrés à la planche XVI.

Encollage des meules flexibles

La meule finie, prête pour usage, se compose de l'un des types que l'on vient de décrire et de l'abrasif qui est collé dans la face de la meule. L'ingrédient le plus important est la colle forte.

COLLE

On ne saurait trop appuyer sur l'importance de bien choisir et de bien appliquer la colle, car, quelle que soit la qualité de la meule et de l'abrasif, on obtiendra de mauvais résultats si on ne choisit pas l'adhésif avec grand soin. La meilleure colle, celle qui est fabriquée d'une variété spéciale de peaux, doit être employée. Elle doit être très visqueuse, tenace, résistante et flexible. On réalisera facilement la nécessité de ces propriétés si l'on se rend compte de l'immense traction exercée sur le grain quand la meule frotte contre un métal dur à 2,200 tours par minute.

M. B.-H. Divine, qui a étudié les colles pendant plusieurs années en fonction de leur utilisation dans les abrasifs, a publié un ouvrage sur ce sujet¹. Les points essentiels de cet ouvrage sont reproduits sous forme condensée dans une publication² de la Norton Company.

Bien que toutes les recommandations doivent être observées à la lettre, celles qui sont le plus souvent négligées sont: surchauffer la colle, laquelle se désagrège à 150°F; chauffer de nouveau la colle après usage; la garder trop longtemps, quelquefois durant la nuit; la propreté. La colle adhère plus difficilement à l'aluminium qu'à tout autre métal et les récipients en aluminium sont donc les plus faciles à garder propres. Des supports et des appareils à chauffer la colle, à contrôle automatique, sont spécialement fabriqués à cette fin.

ABRASIFS

Pour le meulage et le polissage flexibles, on se sert d'émeri ou d'oxyde d'aluminium. On ajoute parfois à l'oxyde un peu d'émeri à grain plus fin pour faciliter l'agglomération. L'oxyde d'aluminium est préférable pour le

¹ Divine (B.-H.): "The Use and Treatment of Glue for Polishing"; Divine Bros. Utica, N.-Y.
² "Grinding": par la Norton Company, Worcester, Mass., p. 404 (1926).

meulage, mais pour le polissage fin on se sert d'émeri, d'ordinaire celui de Turquie, parce que les impuretés qui s'y trouvent le rendent moins dur et qu'il donne ainsi un meilleur poli. L'émeri de Grèce est plus dur, de sorte qu'il est plus économique d'employer l'abrasif artificiel, mais l'émeri américain, le plus tendre et le plus impur de tous, est quelquefois utilisé pour le polissage fin. Le siliciure de carbone est rarement employé, en grande partie parce que le grain adhère plus difficilement à la colle et qu'il est assez facilement arraché. On pare toutefois à cet inconvénient, dans une certaine mesure, en ajoutant environ 25 pour cent d'émeri à grain plus fin qui agit comme agglomérant. En outre, le carbure étant fragile, il est inefficace pour le travail des métaux à haute résistance à la traction.

Les calibres des abrasifs utilisés pour les trois types de polissage sont comme suit: *Ebarbage*, grains de 24 à 50; de préférence de 36 à 40; *Polissage à sec*, grains de 20 à 120, mais généralement plus gros. Les deux opérations sont effectuées à sec sauf pour l'aluminium où l'on graisse la face de la meule. *Finissage*, ou comme on dit quelquefois, "huilage", grains depuis 120 jusqu'aux poudres fines. Généralement, mais pas toujours cependant, la meule est enduite d'huile, de cire d'abeille, de suif, ou de quelque autre substance grasse, ce huilage étant effectué au cours du polissage. Dans certains cas, la face déjà utilisée de la meule est enduite de charbon de bois puis polie avec un morceau de silex ou d'une autre pierre appropriée. Ce genre de meules est utilisé pour donner un poli fin à l'acier durci.

REVÊTEMENT

Le "revêtement" ou la fixation de l'abrasif sur la meule est presque toujours effectué par celui qui en fait usage; la méthode employée est la suivante:

La meule est d'abord chauffée à environ 110°F., puis mise en rotation sur un arbre de tour pendant que la face est dressée ou rendue rugueuse pour que la colle y adhère plus facilement. La surface rugueuse ainsi obtenue est ensuite enduite d'une légère couche de colle au moyen d'une brosse. L'excès de colle est ensuite enlevé en mettant la meule en mouvement à sa vitesse de travail normale, puis on la laisse sécher; elle est ensuite enduite d'une seconde couche de colle. La meule est aussitôt mise en mouvement sous une pression considérable dans une auge remplie d'abrasif, qui doit être plus longue que la circonférence de la plus grosse meule. Le grain est maintenu à une température d'environ 120°F., et les auges sont ordinairement soumises à la vapeur.

Les meules sont ensuite mises de côté pour une période de 24 à 48 heures pour permettre à la colle d'adhérer avant de s'en servir. Parfois deux couches d'abrasifs sont appliquées.

Le collage doit se faire dans une pièce spéciale, maintenue à température égale (environ 70°F.) et éloignée de la salle de polissage. La même brosse ne doit être employée que pour une seule grosseur et un seul type d'abrasif de façon qu'il n'y ait pas de gros grain fixé accidentellement sur la meule qui doit recevoir un grain plus fin. Les abrasifs de différents calibres doivent être gardés dans des caissons ou plateaux bien couverts afin d'empêcher les gros grains de se mêler aux plus fins. On doit prendre grand soin d'éviter les courants d'air, surtout pendant la période de dessiccation.

La planche XVII illustre la méthode de roulage dans l'abrasif, les augees recouvertes et la dessiccation des meules. La figure 14 montre l'aménagement d'une salle où sont revêtues les meules.

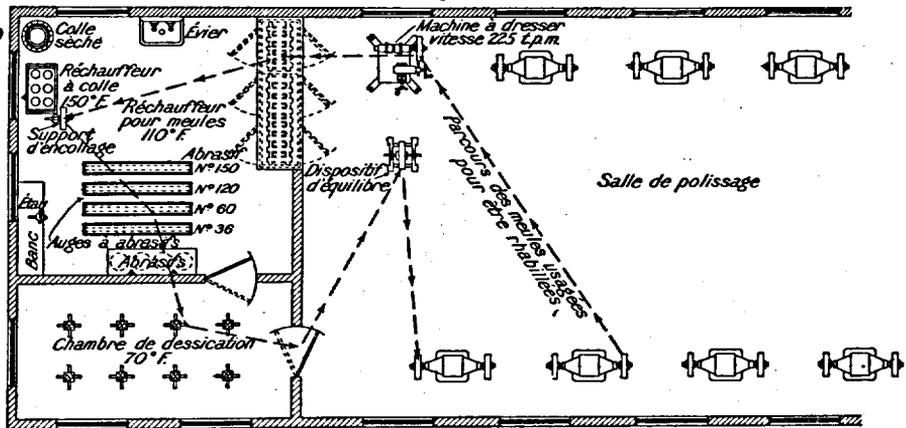


Photo Divine Bros.

Figure 14. Aménagement type d'un atelier de polissage, d'encollage et de revêtement.

Applications et avantages du meulage et du polissage flexibles

Quelques-unes des applications du meulage flexible ont été décrites en même temps que les divers types de meules. En général, ce meulage s'applique surtout aux surfaces inégales ou courbes, dont les instruments aratoires tels que les charrues sont des exemples typiques.

Ordinairement, le polissage a pour but d'améliorer l'apparence, c'est-à-dire donner du lustre, ou sert à préparer une surface à plaquer, à peindre ou à estamper.

De nos jours, il existe une variété de meules de toutes formes qui s'adaptent aux surfaces concaves, angulaires ou en retrait des contours de la pièce. Depuis quelques années, ces meules à face de forme variée, les perfectionnements de confection et d'autres facteurs ont fait que la meule flexible a supplanté la meule solide pour le meulage et le polissage dans plusieurs genres de travaux. Elle est d'opération économique puisqu'elle ne laisse pas de surface ondulée comme la meule solide, réduisant de ce fait le nombre des opérations. Elle permet également de polir les feuilles métalliques et les surfaces inégales, par exemple les dessus de fourneaux, en enlevant une quantité minimum de métal.

COURROIES

Des courroies sans fin, ordinairement en canevas, sont utilisées pour certains travaux de polissage. Elles sont tantôt collées sur des courroies de cuir, tantôt sur des roues à coussinet, qui forment le support de la courroie.

MEULES À DISQUES

Le meulage au moyen de la meule à disques, sur le côté de laquelle sont fixés, soit un abrasif, soit des toiles abrasives, se généralise de plus en plus, et a remplacé dans bien des cas la meule et le tour. Ce procédé de meulage peut utiliser tous les abrasifs durs et convient pour toutes les substances métalliques et non-métalliques. Dans le meulage au disque, le degré de dureté, élément essentiel pour les meules abrasives, est négligeable; il suffit de choisir un abrasif approprié dont la grosseur du grain est déterminée par la nature du fini désiré.

Fabrication

Les types de disques et les procédés de fabrication sont nombreux. Ils comprennent les disques de toile et de papier abrasif fixés avec de la colle ou un ciment spécial sur le côté de meules de bois ou d'acier. Ils sont d'épaisseur variable et unis ou à faces cannelées.

Les premiers disques paraissent avoir été imaginés par F.-N. Gardner, de Beloit, Wis. Ils se composaient d'une toile émeri et étaient fabriqués par la Herman Behr & Co.¹, sous le nom de disques agglomérés à la colle, mais ce fut réellement l'invention des disques abrasifs épais qui fit avancer la pratique du meulage au disque.

De nos jours on fabrique des disques agglomérés à la colle en enduisant d'une épaisse couche d'abrasifs artificiels des supports en forte toile ou en papier. Ils sont coupés à même la feuille au moyen de grandes matrices dans une presse hydraulique. Une plaque circulaire de fer, appelée "plaque de disque", est d'abord lavée avec une solution de forte lessive ou soude caustique et après rinçage dans l'eau chaude est laissée à sécher en prenant soin de ne pas toucher à la face ni de la laisser venir en contact avec de l'eau huileuse. Un ciment spécial pour disque est appliqué sur la plaque jusqu'à ce que les cannelures qu'elle porte soient uniformément remplies et la face postérieure du disque est enduite jusqu'à ce qu'elle soit saturée de ciment. Le disque est alors placé sur la plaque et recouvert d'un tampon de feutre ou d'un coussinet fortement comprimé dans une presse. Il doit rester dans la presse pendant 24 heures et être exposé à l'air pour sécher complètement pendant au moins 48 heures. Le disque fini est alors ébarbé et ordinairement dressé avant de servir. En entrepôt le disque doit être posé à plat dans un endroit sec et chargé de poids pour en empêcher le gauçhissement.

Types de disques et usages

Les disques légers enduits de grenat sont utilisés pour le ponçage du bois et sont brièvement décrits sous ce titre.

Depuis quelque temps on fabrique des disques de toile abrasive très lourds, de $\frac{1}{4}$ à $\frac{3}{8}$ de pouce d'épaisseur, dont l'un des traits distinctifs est de posséder des cannelures profondes ou rainures en spirales sur leur face, tandis que d'autres ont de profondes perforations ou trous qui pénètrent jusqu'au support. Ces rainures ou perforations ont plusieurs avantages sur le

¹ Gardner (F.-E.): "Development of Disk Grinding"; Abrasive Industry, p. 362-365 (déc. 1926).

type solide en ce qu'elles réduisent la friction au minimum, empêchent l'échauffement et permettent aux copeaux de s'échapper, éliminant ainsi l'encrassement. Les disques agglomérés au ciment ou au soufre peuvent être utilisés à l'état humide.

Les disques lourds sont fabriqués en plusieurs dimensions et grosseurs de grain, depuis 4 pouces jusqu'à 54 pouces de diamètre et le grain de 150 à 8, de silicure de carbone ou d'alumine. Les disques plus légers sont en silix, émeri ou grenat, à raison de 3/0 à 3½. Ils ne comprennent pas cependant les menus disques utilisés en joaillerie et en dentisterie.

Des disques cannelés à double face sont maintenant fabriqués avec du silicure de carbone sur un côté et de l'alumine sur l'autre, et sont utilisés efficacement pour le meulage du fer et de l'acier. Ils sont surtout employés par les fabricants de machines agricoles et de produits connexes.

Ce serait dépasser les limites de ce rapport que de tenter d'indiquer où et quand remplacer les meules abrasives par des meules à disques; toutefois, on peut dire que de nos jours le disque, dans la plupart des cas, est l'un des outils principaux ou auxiliaires lorsque la meule sert au meulage de tous les métaux, la meule à disques trouve en outre un emploi considérable dans le meulage des substances non-métalliques, surtout le ponçage du bois.

TRAVAUX DE PONÇAGE SPÉCIAUX

Ponçage du bois

La technique du ponçage varie considérablement avec les divers ateliers, ordinairement les bois mous et d'ornement, tels que l'acajou, sont moins poncés et traités avec un grain plus fin que le noyer ou les bois durs.

Il faut éviter de couper trop avant dans le grain, ce qui affaiblit le bois; d'ailleurs il est rarement nécessaire d'enlever plus de $\frac{1}{16}$ de pouce. Les abrasifs à arêtes vives et à coupe rapide sous une légère pression font un meilleur travail que des abrasifs émoussés sous forte pression. De plus, avec des abrasifs émoussés, le bois mou entre les anneaux de croissance (grain), s'use plus rapidement que le grain lui-même et laisse des arêtes dures. Pour le surfacage, le ponçage s'effectue dans le sens du grain afin de ne pas couper trop profondément et d'éviter les égratignures. Le ponçage transversalement au sens du grain ne se pratique que pour les moulures et autres travaux analogues, dont une bonne partie est effectuée à la main.

Dans certains cas la surface est humectée d'eau et d'alun pour faire renfler et amollir le grain et rendre la surface plus facile à teinter. Le plaqué ne doit être poncé que deux ou trois jours après qu'il a quitté la presse et qu'il est parfaitement sec.

Le grenat est l'abrasif le plus en demande, mais les opinions diffèrent quant à la supériorité économique des papiers d'alumine ajourés qui coûtent plus cher, mais par contre durent ordinairement plus longtemps. Leurs mérites particuliers dépendent du bois et de la grosseur du grain utilisés. Pour les bois mous résineux qui encrassent facilement le papier, on se sert de papier de silix bon marché. Le rôle de chacun des divers abrasifs a déjà été décrit en détail en étudiant leur fabrication et leurs usages.

Le surfaçage des boiseries se fait surtout à l'aide de machines portant des toiles ou des papiers abrasifs. Ce sont: les ponceuses à tambour, à courroie, à disque et à arbre. La ponceuse à tambour se compose de trois cylindres ou plus, recouverts de papier ou de toile à grain de grenat de 3 calibres ou davantage, numéros 2 à $\frac{1}{2}$. Les courroies abrasives sans fin se composent ordinairement de toiles à grain de $1\frac{1}{2}$ à 2/0. Le disque est formé d'une roue ou disque plat en bois, sur les côtés duquel est collé le papier abrasif. Les ponceuses à arbre sont des cylindres et des cônes de bois d'assez petit diamètre sur lesquels le papier ou la toile sont collés. Elles sont utilisées pour le surfaçage des courbures concaves, comme pour les meubles.

Bien que ces machines servent surtout au polissage du bois, elles sont aussi employées dans une certaine mesure pour les métaux, mais dans ce cas, on se sert d'abrasifs artificiels avec support de toile.

Dressage du cuir

Les industries de la préparation du cuir et de la chaussure consomment une quantité considérable d'abrasifs sous forme de papiers et de toiles. Le "travail" du cuir brut et la préparation finale sont entièrement effectués au moyen d'abrasifs. De nombreux changements peuvent être effectués dans le fini d'une pièce de cuir suivant la façon de la travailler et le type d'abrasif utilisé.

Le siliciure de carbone à grain fin est très en usage, bien qu'il y ait une grande demande pour le grenat. Une valeur approximative d'un million de dollars de papiers abrasifs est utilisée chaque année dans les tanneries des Etats-Unis et dans les industries de la préparation du cuir. L'ajustage et le façonnage des talons et des semelles de *bottes et souliers* dépendent entièrement de l'abrasif, le papier et toile de grenat et de siliciure de carbone étant tous deux employés. Les diverses formes de papiers sont indiqués à la figure 15.

Certains chapeaux de feutre sont finis au papier "à poncer", terme dérivé de "papier de ponce", alors que les papiers enduits de ponce étaient utilisés il y a 80 ans. Le silix et le quartz à grain très fin sont maintenant employés et sont classés depuis 0 à 12A (4A étant à peu près l'équivalent du grenat 7/0).

POLISSAGE AU BUFFLE

Le polissage au buffle est destiné à donner le lustre et le fini à la surface de la pièce travaillée, métallique ou non-métallique. Ce travail s'effectue à l'aide d'une meule douce flexible tournant rapidement, ordinairement faite de mousseline, sur la face de laquelle un abrasif tendre est constamment appliqué et contre laquelle la pièce est tenue mécaniquement ou le plus souvent à la main. Le vrai polissage au buffle ou de "coloration" a très peu d'action rodante, car il consiste plutôt à "brunir" et à adoucir.

Substances utilisées

La plupart du temps les abrasifs appliqués sous forme de composés graisseux, connus sous le nom de composés de polissage au buffle, sont divisés en deux groupes: les composés de "douceur" et de "finissage" ou de "coloration". Chacun se subdivise en: (a) composés moulés, un mélange d'abrasif et de graisse, et (b) abrasifs en poudre, utilisés soit à sec, soit avec de l'eau seulement.

Abrasifs

Les substances suivantes, par ordre de dureté, de ténacité et de puissance de coupe, sont utilisées pour ce genre de polissage: émeri, tripoli, ponce, silice amorphe ou tendre, chaux de Vienne, certains oxydes métalliques tels que le crocus, les divers rouges (rouge, vert ou noir), et potée d'étain. Par suite du travail délicat qu'elles sont appelées à accomplir, leur classement exact est de prime importance, puisqu'un seul grain trop gros peut gâter le lustre que l'on veut donner à l'objet. Les abrasifs doivent aussi posséder la propriété d'incorporer ou d'absorber les agglomérants graisseux des composés moulés et d'adhérer à la face tournante du polissoir.

Les abrasifs de coupe sont les suivants:

Emeri. On trouvera une description complète de ce minéral aux pages 33 à 43 de la Partie II. Il est le plus dur des abrasifs de coupe et n'est utilisé en poudre que dans une très faible mesure pour le polissage au buffle, soit sous forme de pâte ou de pain pour le fer, l'acier, les grosses pièces en cuivre fondu, etc. C'est plus une matière de polissage que de brunissage et il est employé à cette fin collé sur des meubles flexibles. L'émeri de Turquie est généralement préférable.

Tripoli. Cette silice naturelle à grain très fin est extraite dans le Missouri et l'Oklahoma et constitue l'abrasif le plus important pour le polissage au buffle. Ce minéral est décrit dans la Partie I, pages 75 à 83. Il est fort absorbant et travaille très rapidement sur les métaux tendres. Il est parfois mélangé avec du quartz en poudre afin d'augmenter sa puissance de coupe, mais on obtient de meilleurs résultats avec le tripoli pur.

Le tripoli est un agent de polissage pour toutes fins et presque universellement utilisé. Le broyage et le classement de la poudre avant son utilisation dans les composés, déterminent la qualité du produit fini. Le tripoli à polir est presque toujours rose. On l'utilise sur l'aluminium, le cuivre, la bijouterie, l'argenterie, etc., ainsi que sur le celluloïde, les perles, etc.

Diatomite. Il ne faut pas confondre la diatomite avec le tripoli. La diatomite est de la silice beaucoup plus tendre, composée de petits squelettes de plantes ou diatomées. Elle est quelquefois désignée dans la technique du polissage sous le nom de tripoli "fossile". Elle n'est pas fabriquée en composés graisseux, surtout à cause de son grand pouvoir absorbant. Elle est cependant employée sous forme de morceaux ou de poudre en bijouterie et en joaillerie. Pour de plus amples détails, voir le rapport de l'auteur¹.

¹Eardley Wilmot (V.-L.): "Diatomite", Division des Mines, Ottawa n° 691, 1923.

Ponce. La ponce d'Italie, finement pulvérisée en Amérique, sert surtout au polissage du caoutchouc durci et des composés de vulcanite; elle est aussi employée pour donner le fini de la brosse de laiton. Ce minéral est décrit dans la Partie I, pages 86 à 100.

Silex. Il est rarement utilisé pour le polissage au buffle, sauf comme adjuvant dans des substances telles que la silice tendre ou le tripoli. Ses usages sont limités et il sert surtout à dessabler, à enlever la rouille ou la graisse des pièces métalliques et pour autres fins de dégrassement.

Les abrasifs de "coloration" ou de finissage sont les suivants:

Silice tendre. Elle ressemble beaucoup au tripoli, mais de couleur ordinairement blanche. Elle est souvent décrite comme silice amorphe, bien qu'elle ne soit pas véritablement amorphe mais plutôt micro-cristalline. Elle est connue dans le commerce sous le nom de "silice", lorsqu'elle s'applique au polissage au buffle. Voir Partie I, pages 75 à 82 pour description. Son action "coupante" est plus douce que celle du tripoli et elle est un intermédiaire entre les abrasifs de coupe et de "coloration". Son utilisation comme substance à polir est beaucoup moindre que celle du tripoli. Elle est toutefois fréquemment utilisée pour la coutellerie, le laiton, le cuivre, l'aluminium, les plaques de cuivre de graveur, etc., mais surtout pour l'ivoire, les os, les notes de piano, les perles, les pipes de bois, le celluloïde, etc. Dans certains cas la silice tendre est employée pour donner l'éclat aux objets déjà mentionnés après le polissage préalable au tripoli; aussi, sous certaines formes, elle se prête particulièrement bien à la coloration du laiton et du cuivre avant le placage.

Chaux de Vienne. Cette chaux provenait tout d'abord de l'Autriche, mais on l'importe maintenant du Wisconsin. C'est une dolomie anhydre renfermant un fort pourcentage de magnésie. Ses usages et ses propriétés sont décrits dans la Partie I, pages 103 à 105. Elle doit être conservée dans un récipient hermétiquement clos lorsqu'elle ne doit pas être utilisée immédiatement, car elle s'hydrate rapidement et perd ses qualités. Elle donne un fini parfait au nickel, laiton, cuivre, bronze et autres métaux, ainsi qu'au celluloïde.

Elle est présentement le corps de polissage courant pour le nickel auquel elle donne ce "reflet" bleu et chatoyant propre à ce métal. La chaux en morceaux est employée dans les tambours de dessablage pour le polissage final des billes d'acier. Il existe plusieurs composés dans lesquels d'autres abrasifs, tels que la silice et le rouge, sont mélangés avec la chaux. Des essais ont démontré, cependant, qu'un bon composé de chaux pure donne un plus beau lustre, une couleur aussi belle, et travaille aussi rapidement qu'une composition qui renferme, par exemple, de 8 à 10 pour cent de silice.

OXYDES MÉTALLIQUES

C'est un fait établi que le plus beau lustre sur les métaux s'obtient avec certains oxydes métalliques. Des polisseurs d'expérience disent fréquemment "qu'il faut un métal pour polir un métal". Certains métaux ont une affinité particulière les uns pour les autres, de sorte que lorsque l'un d'eux est employé comme agent de polissage, l'autre reçoit un meilleur lustre.

Crocus. Le crocus, ou crocus de mars, est le plus dur de ces oxydes. C'est un oxyde de fer hydraté, rouge pourpre, à grain assez vif et mordant. Le crocus américain est plus dur que le crocus anglais, mais celui-ci est de meilleure qualité et donne un meilleur fini. Le crocus était jusqu'à récemment la substance standard pour le polissage du fer et de l'acier, surtout de la coutellerie; on l'utilise aussi sur l'étain et sur le métal anglais. On s'en sert parfois pour donner une teinte bleuâtre au laiton et au cuivre, impossible à obtenir avec le tripoli, car ce dernier pénètre dans les pores du métal et en détruit la couleur. Pour cette opération on se sert d'une meule de bois à face de cuir et tournant à une faible vitesse. Le crocus est plus dur que la chaux et à peu près de même dureté que la silice tendre. Son emploi diminue, cependant, et il est en train d'être supplanté par le rouge vert et la chaux qui lui sont supérieurs pour colorer l'acier et le nickel.

Rouge. La couleur des rouges à brunir et à polir, qui sont aussi des oxydes de fer, varie de rouge brunâtre à rouge pâle, suivant la température à laquelle les ingrédients sont soumis au cours de la fabrication (voir "Fabrication", page 107). Plus la couleur est foncée, plus le rouge est dur. Les grains du rouge sont arrondis et diffèrent par là du crocus qui est aussi beaucoup plus dur.

Le rouge est l'une des plus anciennes substances de polissage, mais à cause de sa dureté très variable, il est difficile d'obtenir une substance homogène. Il possède le plus grand nombre d'usages pour le polissage des métaux précieux, surtout l'or et l'argent, le laiton et l'acier, qui exigent parfois un lustre parfait; également dans les laboratoires, pour donner le dernier poli aux échantillons de métaux destinés aux recherches micrographiques. Son plus grand usage est probablement en poudre, avec de l'eau, pour le doucissage des glaces.

La grande variété des rouges et quelques-unes de leurs applications spéciales ont été relevées par A.-P. Manning and Company (voir page 102).

Rouge noir (glassite). Le rouge noir est un oxyde magnétique noir de fer. Il possède un certain "enrayement" et est quelquefois utilisé sur la glace de vitrage. Il en existe des variétés plus dures qui servent au polissage de l'aluminium, des réflecteurs plaqués argent et à d'autres travaux analogues. Un rouge dur, bleu-noir, "à lustrer l'acier", sert à finir les pièces d'acier, comme les mouvements de montre et les instruments de chirurgie.

Rouge vert. Le rouge vert, un oxyde de chrome, est l'un des oxydes utilisés récemment pour le polissage au buffle. On s'en sert surtout sur le platine et l'acier, particulièrement les aciers "inoxydables". Judicieusement utilisé, il constitue le corps de polissage le plus efficace pour l'acier. En chromoplastie, une découverte récente, le finissage s'effectue avec le rouge vert. Pour obtenir les meilleurs résultats, il est important que la pièce à travailler et le composé employé soient absolument propres et exempts d'impuretés, telles qu'oxydes métalliques, soufre, etc., sans quoi la surface subit certaines altérations qui en gâtent l'apparence. On croit que le chrome, à l'état pur, s'amalgame avec l'acier sur lequel il forme un enduit protecteur. Pour cette opération, toutefois, la meule doit travailler à une vitesse

suffisante pour engendrer la chaleur nécessaire. Le finissage au chrome a presque révolutionné l'industrie de la coutellerie.

Quelques rouges verts, vendus comme tels, sont des imitations et ne sont qu'un rouge pâle coloré en vert qui ne donnent pas un beau fini.

Bioxyde de manganèse. On prétend que le bioxyde de manganèse constitue un bon corps de polissage, mais il n'est pas beaucoup employé à cause de la crasse noire difficile à enlever qu'il laisse dans les pores de la peau.

Rouge satin. Il ressemble au rouge noir et au bioxyde de manganèse, mais il est beaucoup plus léger vu qu'il se compose en grande partie de noir de fumée. On l'utilise parfois dans certains travaux où il ne faut enlever qu'une couche très mince, comme certaine argenterie mince solide ou plaqué, et pour polir le placage très mince employé sur les cercueils; aussi pour polir le cellulose noir ou foncé et pour les objets faits d'os. Un usage un peu différent du rouge satin est pour le rhabillage des meules émeri flexibles, qui consiste à remplir la meule usagée de charbon de bois ou de noir de fumée et à frotter la face avec une pierre à main jusqu'à ce qu'elle présente une surface polie. Cette meule sert à donner à l'acier son éclat brillant.

Potée d'étain. Les meilleures potées d'étain contiennent de 85 à 90 pour cent d'oxydes stanneux, le reste étant de l'oxyde de plomb. On l'obtient en calcinant de l'oxyde d'étain et de la litharge dans un four électrique de façon que les ingrédients se combinent. Comme l'oxyde d'étain pur, qui est "duveteux" et léger, serait entraîné rapidement, on ajoute une quantité suffisante de plomb pour lui donner du corps. Le polissage à la potée d'étain est plutôt un remplissage qu'une abrasion et c'est ce remplissage et cette légère abrasion qui donnent le beau fini au granite et au marbre pour lesquels il est l'agent de polissage standard par excellence.

La potée d'étain de qualité inférieure, contenant plus de 50 pour cent d'oxyde de plomb, fut beaucoup employée à une certaine époque pour le doucissage du verre et pour le polissage à la machine. Son usage à ces fins a rapidement tombé, surtout à cause de sa nature toxique due à la présence de plomb¹. Le prix de la potée dépend du pourcentage d'étain qu'elle contient.

¹ L'auteur tient à rétracter l'affirmation que toutes les potées d'étain sont toxiques, telle que formulée à la page 106 de la première partie de cet ouvrage.

TABEAU X
Propriétés et usages du rouge¹

<i>Propriétés</i>	<i>Usages</i>
ROUGE DUR	
1. Oxyde fin richement coloré.	Rouge de bonne qualité pour bottiers de montre en argent.
2. Oxyde clair un peu moins fin que n° 1.	Rouge ordinaire des bijoutiers. Même que précédent, mais moins dispendieux.
3. Oxyde plus brillant, un peu plus tranchant que n° 2.	Rouge de bijoutier, lorsqu'un poli parfait n'est pas nécessaire.
4. Oxyde de teinte moyenne.	Rouge pour tout usage avec argenterie plate ou creuse.
5. Oxyde de teinte moyenne, coupe modérée.	Rouge à coupe moyenne pour l'argenterie plate et creuse, aussi approprié à la coloration du nickel et du cuivre.
6. Oxyde de teinte moyenne, coupe un peu plus rapidement que n° 5.	Pour l'argenterie plate et creuse; aussi pour donner le coloris aux nouveautés d'argent.
7. Oxyde foncé.	Coupe très rapidement; qualités exceptionnelles de coloration pour l'argenterie plate et creuse.
8. Noir de carbone: excellentes propriétés de polissage.	Pour réflecteurs plaqués argent; polissage des perles artificielles et travaux de filigramme. Facile à enlever.
9. Oxyde de teinte moyenne; coupe rapide.	Polissage des lits de cuivre, chandeliers, laiton et nickel. Pour usage général d'atelier.
10. Oxyde de teinte brillante.	Rouge standard de bijoutier pour l'or; aussi pour travaux de bottier de montre en or.
11. Oxyde un peu plus foncé que n° 10.	Pour faux bijoux et le brunissage du laiton avant le placage or.
12. Oxyde noir, coupe rapide.	Polissage du platine.
13. Oxyde vert.	Donne une très belle couleur au platine; aussi à l'acier inoxydable et au plaqué chrome. ²
ROUGE TENDRE—(PULVÉRISÉ, EN MORCEAUX OU EN BOULES)	
14. Oxyde tendre très brillant.	Excellent colorant; polissage à sec de l'argent
15. Oxyde un peu plus foncé.	Même usage, mais pour l'or.
16. Oxyde bleu noir très tranchant (trois degrés de coupe).	Pièces d'acier de mécanisme de montre et instruments de chirurgie (lustrage de l'acier).
<i>Rouges—Bottiers de montre—</i>	
17. Oxyde très brillant en morceaux mous.	Intérieur des bottiers de montre.
18. Même que précédent en boules molles.	Même que précédent.
19. Même mais en poudre.	Même que précédent.
<i>Rouges—Pour travaux d'optique—</i>	
20. Oxyde très brillant en morceaux mous.	Polissage de précision des lentilles.
21. Même, en boules.	Même usage que précédent.
22. Même, en poudres.	Même usage que précédent, bonne qualité.
23. Oxyde plus foncé.	Moins dispendieux que le précédent.
24. Plus foncé et coupant.	Moins dispendieux.
<i>Rouges—Verrerie—</i>	
25. Oxyde brillant moyen en boules.	Travaux de verre, biseautoirs.
26. Même, en poudre.	Même usage que précédent.
27. Oxyde plus foncé.	Moins dispendieux.
28. Oxyde très foncé et très tranchant.	Le moins dispendieux.

¹ A.-P. Manning & Company, Matawan (N.-J.). Cat. n° 10, p. 132-133 (1924). Les numéros de commerce symboles et poids ont été remplacés par des numéros de référence.

² Aussi, acier inoxydable et plaqué chrome.

Dans le tableau suivant la surface à brunir ou à polir est donnée en regard du composé de coupe et de coloration.

TABLEAU XI
Usages des composés de coupe et de coloration

<i>Surface</i>	<i>Meulage</i>	<i>Coloration</i>
Aluminium	Tripoli	Silice
Os	"	Rouge noir A
Lit de cuivre	"	Rouge
Moulage en cuivre	Pâte d'émeri et tripoli	Chaux, rouge
Chandelier en cuivre	Tripoli, vieux laiton	Rouge
Feuille de cuivre	"	Chaux, rouge
Celluloïde	"	Chaux, silice
Placage de cercueils	Tripoli, crocus	Rouge
Feuilles de cuivre des graveurs	Silice	Crocus, rouge
Moulages en coquille	Pâte d'émeri, suif, tripoli	Chaux
Fibre	Caoutchouc et fibre	Fini caoutchouc
Maillechort	Tripoli	Chaux, rouge
Verre	Emeri et ponce	Rouge
Or	Tripoli	"
Caoutchouc	Caoutchouc avec composé de ponce	Fini caoutchouc
Ivoire	Tripoli, silice	Chaux
Bijouterie	Composé de tripoli
	Corps d'émoulage
	Poudre fossile et tripoli en morceaux	Rouge
Perle	Tripoli en morceaux et chaux en poudre	Chaux
Platine	Composé de tripoli spécial pour le platine	Rouge
Acier	Pâte d'émeri, suif, tripoli	Chaux
Billes d'acier	Chaux	"
Monture de siphon	Tripoli	Crocus
Fer-blanc	Crocus	"
Bois	Tripoli	Silice

Composés graisseux

Comme on l'a signalé précédemment, les abrasifs indiqués plus haut sont généralement mélangés avec certaines graisses et moulés sous une forme facile à manier, telle que briques ou bâtons.

Les graisses utilisées dans la fabrication des composés de polissage "moulés" sont: l'acide stéarique, le suif de mouton, la pétroléine, la paraffine et diverses cires animales et végétales. L'acide stéarique est un acide gras blanc, dur, mais non fragile, obtenu par hydrolyse de la tristéarine contenue dans le suif de bœuf et de mouton. Le meilleur acide stéarique est retiré du suif de bœuf par saponification. Le suif de mouton utilisé à cette fin est le produit comestible de première qualité obtenu en bouilloire ouverte. La pétroléine est une huile minérale ou un produit à base de paraffine obtenu par la distillation de l'huile minérale de Pennsylvanie, laquelle possède des propriétés lubrifiantes supérieures et constitue en même temps un bon agglomérant, car elle adhère bien à la meule sans se carboniser ni se glacer. On la rend plus saponifiable en la mélangeant avec certaines graisses animales. La cire de paraffine est blanche et possède un point de fusion et de vaporisation élevé et distille l'huile de Pennsylvanie.

comme la pr  trol  ine. On se servait autrefois de cire d'abeille qui donne d'excellents résultats, mais elle est maintenant difficile à obtenir. Aujourd'hui les meilleurs composés sont ceux à base d'acide stéarique et de suif, mais ils coûtent passablement cher.

Trois choses sont à considérer dans la fabrication des composés de polissage au buffle: premièrement, la dureté du mélange déterminant la proportion de graisse qui peut être incorporée par rapport aux abrasifs; deuxièmement, le contrôle des points de fusion et de vaporisation; le premier détermine l'adhérence du composé à la face de la meule, tandis que l'importance du point de vaporisation tient au fait que le composé n'adhère à la meule qu'à des températures réparties entre son point de fusion et de vaporisation; troisièmement, le degré de saponification qui dépend du traitement final de la pièce après le polissage, par exemple, si la pièce doit être plaqu  e, la graisse doit être rapidement et totalement saponifiable dans la solution de nettoyage.

La proportion et les genres de graisse employés agissent aussi directement sur leurs propriétés de polissage; c'est ainsi que plusieurs variétés peuvent être fabriquées avec le même abrasif et sont connues sous le nom de "graisseux", "moyen" ou "sec", et dépendent en grande partie de la proportion de graisse par rapport à celle d'abrasif. Les travaux de grande fatigue, tels que le polissage de l'acier plaqué nickel, exigent un composé graisseux, tandis que les travaux plus faciles, comme le polissage du cuivre ou laiton plaqué nickel, requièrent un composé sec.

Les proportions exactes, le contrôle de la température et les autres détails de fabrication sont gardés secrètement par les fabricants.

PROPRIÉTÉS D'UN BON COMPOSÉ DE POLISSAGE AU BUFFLE

Le pain doit être assez dur pour ne pas se briser ni s'émietter à la température ordinaire. Il doit adhérer à la face de la meule tant que l'abrasif retient ses propriétés de coupe mais pas plus longtemps; aussi, le point de fusion doit-il être exact de façon que la quantité requise de matière puisse être appliquée à la meule et posséder une qualité lubrifiante suffisante pour empêcher un échauffement excessif. Le composé doit enlever les d  fectosit  s de la surface à polir et il faut employer une quantité suffisante pour que ce soit le composé qui effectue le travail et non la meule de tissu. Il ne doit pas glacer la meule ni accumuler les particules dures. Il doit bien nettoyer la pièce et ne pas y laisser de dépôt perceptible. Le "noircissement" est causé par l'emploi d'une trop grande quantité de poli et peut être évité en se servant d'un pain moins gras ou en augmentant la vitesse de la meule. Le composé doit se saponifier facilement et être facilement soluble dans une solution appropriée de nettoyage, de manière que le fini obtenu ne soit pas ensuite g  t   quand l'article est lavé. Enfin il doit être économique et donner une grande proportion de pièces finies par coût d'unité, avec un minimum d'usure des matériaux et des machines.

Finissage à sec des métaux. De nos jours on se sert souvent de composés sans graisse sur les métaux qui exigent des finis "laiton brossé" ou satiné. Ce mode de finissage est en usage depuis vingt ans, mais à cause des agglomérants les résultats obtenus ont été peu satisfaisants. Les agglo-

mérants consistaient surtout de colle et d'acide acétique qui ont un point de fusion trop faible et deviennent souvent trop durs pour être utilisés efficacement. Ce trouble a maintenant été surmonté en utilisant un composé de caoutchouc légèrement hygrométrique¹ et dont on conserve l'humidité en le maintenant dans des récipients métalliques.

Ce composé sans graisse agit un peu différemment des composés gras ordinaires en ce que l'agglomérant, à cause de la rotation de la meule, sèche rapidement. Il produit une meule sèche, enduite d'abrasifs à coupe rapide et à surface flexible. Les meules neuves sont tout d'abord enduites d'une épaisse couche d'environ 2 pouces de poli, que l'on laisse sécher avant de s'en servir.

La pièce finie par cette méthode doit être propre et exempte d'huile ou de graisse qui empêchent la meule de retenir les composés sans graisse. Plusieurs types de meules sont employés selon le genre et la nature de la pièce à finir. Le type ordinaire est un "buffle" de 8 pouces en mousseline lâche. Les buffles cousus sont utilisés lorsqu'il faut user profondément, mais ils sont moins flexibles que le type précédent. Les meules de feutre sont utilisées pour le polissage des parties saillantes des pièces en relief et la peau de morse pour le polissage parfait de l'acier. Les meules en crin de cheval sont très appropriées pour donner un effet mat, mais elles coupent mal.

Les composés sans graisse ne conviennent encore qu'à donner des finis brossés ou satinés et ne peuvent être utilisés pour produire un beau fini sur les métaux tendres, pour lesquels la lubrification semble nécessaire.

Types de polissoirs et leur fabrication

Le polissoir au buffle, connu en Angleterre sous le nom de "mop" ou "dolly", est une meule flexible légère et comme tel il a déjà été décrit au chapitre des meules flexibles quand il est employé pour le polissage. Nous donnons ci-après quelques renseignements supplémentaires qui s'appliquent directement à ce genre de polissage.

C'est un fait aujourd'hui reconnu que seuls les matériaux de bonne qualité doivent être employés et non des rebuts. Le principal type se compose de divers tissus de coton. Dans l'industrie textile, les fils longitudinaux sont appelés "chaîne" et les fils transversaux, remplissage ou "trame". Les spécifications sont basées sur le nombre de fils par pouce dans les deux cas, ainsi que sur la largeur de la pièce et la pesanteur par verge de longueur. On a constaté que les toiles à draps et à chemises de pesanteur suffisante, d'une moyenne d'environ 68 sur 64 fils au pouce carré, étaient les mieux appropriées à la fabrication de ces meules².

Il y a trois types de meules ou disques à polir: premièrement, le *polissoir "à couture centrale"*, fabriqué de disques complets, cousus par sections avec un seul rang de coutures autour de l'alésage; deuxièmement, les polissoirs en "*disques complets*" cousus en spirales ou concentriquement (les coutures étant espacées de $\frac{1}{4}$ de pouce) sur toute la surface entre l'alésage et la périphérie, ce qui la rend plus rigide et plus résistante lorsqu'elle est mise en

¹ Leather (R.-S.): "Greaseless Metal Finishing Compositions". The Metal Industry, p. 59-60 (22 juillet 1927).

² Divine (B.-N.): "The Manufacture of Buffing Wheels," Machinery (juillet 1923).

contact avec la pièce; troisièmement, les polissoirs en "*morceaux cousus*", composés de morceaux trop petits pour être taillés en disques et cousus en spirales comme dans le type précédent.

La couture concentrique ou en spirales est faite par une machine à deux aiguilles, réglée automatiquement, et qui fonctionne au taux de 1,000 points à la minute. On ne se rend bien compte de l'efficacité de cette machine qu'en essayant d'enfoncer un clou dans une meule de $\frac{3}{8}$ de pouce. Comme le polissoir tourne parfois à 12,000 pieds linéaires à la minute, l'équilibre est très important et il faut apporter le plus grand soin à la fabrication des disques en "*morceaux cousus*". Les meules de ce type sont parfois munies de plusieurs disques de carton entre les sections et sont connues sous le nom de polissoirs de "*biais*". Parmi les autres formes, se trouvent les polissoirs de *laine*, cousus à la main et fabriqués de drap; ils travaillent à de faibles vitesses où une quantité minimum de matière doit être enlevée et sont donc exclusivement utilisées pour les métaux précieux. Les polissoirs de *flanelle de Canton*, cousus à la main, sont utilisés pour l'argenterie. Ces meules sont fabriquées par rangs au nombre de 18 à 20 par section et d'un nombre de sections suffisant pour former une meule de 1 à 3 pouces d'épaisseur. La meule est ensuite percée de trous concentriques et cousue à la main. Quand elle est usée jusqu'au premier rang de coutures, ce rang étant indépendant du suivant peut être enlevé sans ouvrir le polissoir. Les polissoirs de bijoutiers sont durcis au centre avec de la gomme laque ou de la colle pour permettre l'usage de petites broches à taraud ou à vis. Des polissoirs doux et flexibles en peau de mouton sont aussi utilisés pour certains travaux; de même les meules en *feutre compact* qui se prêtent bien au polissage des surfaces en relief, laissant la surface en retrait à l'état dépoli. Elles servent souvent aussi pour polir l'aluminium.

Brosses. Elles comprennent la *brosse de laiton*, utilisée avec du savon et de l'eau pour nettoyer l'argent après le placage. On les emploie parfois pour donner un effet mat ou dépoli au cuivre jaune. Les brosses d'acier sont utilisées pour le dépolissage de l'aluminium.

Les brosses en *chaume de blé* et en *Tampico*, sous forme de meules à polir, sont utilisées avec la ponce en poudre sur les articles en os, ivoire et celluloïde.

Nettoyage des polissoirs

On conserve les polissoirs propres en appliquant constamment un "*bâton à polir*" sur la face de la meule. Ce bâton est formé d'une latte de bois de 2 pouces sur 1, sur 18 pouces de longueur, enduite de colle jusqu'au manche, séchée, frottée avec de la ponce et enduite de nouveau de colle, puis recouverte de grains d'aluminium. Cette dernière opération est répétée plusieurs fois jusqu'à formation d'une tête.

Vitesses de la meule et méthodes de polissage

La vitesse périphérique du disque à polir est très importante. Elle varie naturellement selon la nature du travail, le type de meule et l'abrasif employé, mais la limite oscille entre 6,500 et 10,500 pieds linéaires par minute. Si la vitesse est trop faible, la pièce à polir arrache de la meule l'abra-

sif par morceaux et celle-ci laisse des taches sur la pièce travaillée. Une trop grande vitesse provoque "l'échauffement" de la pièce et détruit la meule. Le composé doit être appliqué très peu à la fois en pressant légèrement, car une trop forte pression fait déposer trop d'abrasif et de graisse, cette dernière "noircissant" la pièce et retardant le polissage. Des meules différentes doivent être employées pour user et pour polir; le polissage exigeant une plus grande vitesse périphérique que l'usure. Dès que le travail est terminé le composé doit être enlevé immédiatement à l'aide de dissolvants appropriés.

FABRICATION DU CROCUS ET DU ROUGE

Comme ces deux substances, qui ont déjà été décrites, sont essentiellement utilisées pour polir et pour brunir, il est peut-être opportun de donner ici un aperçu de leur fabrication.

La couperose bleue ou sulfate ferreux ($\text{SO}^4 \text{Fe}$) est finement pulvérisée et la poudre chargée dans des creusets ou, dans certains cas, dans des fours à calciner d'une contenance approximative d'une demi-tonne. Elle est ensuite chauffée pendant environ 6 heures à 1800°F ., alors qu'il se forme un oxyde de fer. Si l'on désire obtenir diverses variétés de la même fournée, on n'agit pas. Au centre se trouve un rouge clair et tendre appelé rouge "Rouge indien" qui se forme à 1400°F . Vers les bords se forme un rouge plus dur et plus foncé tandis que le crocus se forme au fond. Toutefois, ces substances sont ordinairement préparées séparément dans des creusets différents, ou des fours, dont le contenu est agité à fond afin d'obtenir un rouge parfaitement homogène. L'oxyde de fer est ensuite retiré au râteau et jeté dans des cuves de lavage où il est lavé avec de l'eau froide et agité pendant 24 heures et décanté. La boue est ensuite placée dans des cuves de décapage et additionnée d'une solution d'acide sulfurique, agitée et après lavage on la laisse couler; elle est ensuite séchée dans un séchoir quelconque qui chasse l'acide. Pour le surfaçage du verre la boue est parfois mélangée avec une solution de sulfate ferreux à la consistance voulue pour être appliquée de la même façon que le rouge à polir.

Des rouges spéciaux de polissage sont obtenus par distillation du sulfate ferreux suivie du traitement thermique du distillé, après évaporation en cristaux de sulfate pur. En réglant soigneusement la température et la durée du traitement thermique, on obtient divers degrés de dureté et de couleur. Le résidu obtenu de la fabrication de l'acide sulfurique Nordhausen est généralement employé par les fabricants anglais comme base du sulfate ferreux brut.

Crocus. Le crocus est fabriqué en Angleterre en broyant, lavant et en laissant reposer dans l'eau l'oxyde ferrique naturel pur. Le crocus américain n'est pas préparé à partir du sel ferreux mais en calcinant les pyrites de fer ou en traitant les résidus d'usine d'acide sulfurique.

Rouge noir. Le rouge noir ou acide magnétique de fer est obtenu en précipitant le sulfate ferreux par un alcali, tel que la soude caustique.

Rouge vert. Le rouge vert s'obtient en calcinant un sel de chrome (hydroxyde), à une température assez élevée pour former un composé acide insoluble et en précipitant ensuite une solution du calciné par un alcali tel que le sulfate de soude. Le précipité est alors lavé à fond et séché.

RODAGE

Le terme "rodage" s'applique aux travaux de précision effectués avec des rodoirs métalliques plans ou cylindriques chargés d'un abrasif finement pulvérisé soit à sec soit lubrifié avec de l'huile. Les opérations fondamentales datent de plusieurs siècles et le terme de rodage (lapping) vient de "lapidaire", c'est-à-dire celui qui taille des pierres précieuses par abrasion. L'émeri, le corindon et les abrasifs artificiels sont tous utilisés. L'émeri est d'action lente mais donne le meilleur fini; le corindon et l'abrasif alumineux coupent assez rapidement et laissent un bon fini tandis que le siliciure de carbone use très rapidement. L'abrasif doit être propre et à grain homogène; par suite de l'irrégularité du grain des abrasifs naturels, un siliciure de carbone spécial a été préparé et récemment mis sur le marché.¹

Les rodoirs employés pour le rodage plan sont de cuivre, d'étain ou de fonte, mais dans plusieurs cas, comme pour les rodoirs à mouvement vertical, le rebord est en régule ou formé d'un alliage de plomb et d'étain. Le nouveau recouvrement est chargé en le roulant dans l'abrasif avec addition d'huile, au moyen d'un petit rouleau. En vue d'obtenir des résultats uniformes, il faut éviter qu'il y ait un excès d'abrasif et pas plus de 25 pour cent dans le véhicule (huile d'olive). La pièce travaillée après le rodage doit être complètement nettoyée de toutes les traces d'abrasif.

Les rodoirs *diamantés* sont beaucoup employés pour de petits trous qui ne peuvent pas être alésés. Ils se composent généralement de chevilles d'acier doux chargées de poussière de diamant et tournées à de grandes vitesses.

DESSABLAGE AU TONNEAU

Les tonneaux à dessabler sont souvent employés pour meuler, polir ou "brunir" un certain nombre de petites pièces tournées, pilonnées ou coulées, telles que les billes, etc.

Les pièces à finir sont placées dans un tambour à dessabler en fer avec de l'alumine en grain et de l'eau, dans la proportion d'une livre d'abrasif pour une chopine d'eau; le tambour est mis en rotation pendant trois ou quatre heures. L'abrasif et les fines sont alors enlevés et remplacés par de la terre pourrie ou de la ponce en poudre et de l'eau dans les mêmes proportions et le tambour est actionné pendant deux heures environ. Les pièces sont ensuite enlevées, lavées et mises dans un tonneau en bois avec le double de leur poids de billes d'acier à brunir. Une solution composée d'une partie de mélasse pour quatre parties d'eau, que l'on a laissée vieillir pendant plusieurs jours, est ajoutée au tonneau et diluée dans vingt parties d'eau. Le contenu du tonneau est ensuite tamisé pour enlever les billes à

¹ Willis (H.-J.): "Uniform Abrasive Necessary for Gear Lapping", Abr. Ind., p. 19 (1929).

brunir et la solution, et les pièces sont ensuite séchées et plaquées. La coloration après le placage s'effectue en répétant l'opération de brunissage dans le tonneau en bois qui est mis en rotation pendant quinze minutes. Les pièces sont alors enlevées, tamisées, rincées et séchées.¹

OPÉRATIONS SPÉCIALES DE MEULAGE, DE POLISSAGE ET DE BRUNISSAGE

Les détails du meulage et du polissage, tant des substances métalliques que non-métalliques, dépassent les cadres de ce rapport. Le polissage des métaux, tels que l'aluminium, le laiton, le bronze, l'argent, le nickel, etc., et les opérations effectuées dans l'industrie automobile, de la coutellerie et de nombreuses autres industries, comportent des travaux spécialisés.

Une quantité considérable d'abrasifs est aussi employée dans la préparation de certaines matières premières non-métalliques, qui sont presque entièrement préparées par meulage et polissage. Ce sont surtout le verre et la pierre et on trouvera plus bas une courte description des méthodes employées.

On pourra cependant se procurer de plus amples renseignements sur les méthodes et les industries de meulage et de polissage des substances métalliques et non-métalliques en consultant la bibliographie à la fin de ce rapport.

Verre

Le finissage du verre pour le commerce dépend de l'usage ou de l'application auquel il est destiné et comprend le dressage ou surfaçage, le polissage et le biseautage de la glace brute de vitrage ou à miroir; le découpage du verre pour fins décoratives; le finissage du verre soufflé; enfin, sa préparation pour les instruments d'optique, comme le dressage et le polissage des lentilles.

La *glace de vitrage* est dressée et polie à l'aide d'un grand nombre de polissoirs circulaires planes qui tournent individuellement sur la surface du verre qui est temporairement placé dans une couche de plâtre de Paris. Les opérations consistent d'abord à surfacer avec du sable de rivière de divers calibres, puis à "affiner" avec des "farines" de divers abrasifs plus durs tels que l'alumine fondue, l'émeri ou le grenat et finalement à polir au rouge. Le classement du grenat pour cet usage est décrit en détail dans la troisième partie de cette série de rapports sur les Abrasifs.

Il n'y a pas actuellement au Canada d'usine de surfaçage du verre.

Le biseautage se fait à la main. L'opérateur applique le bord du verre sur un disque plat en fer en mouvement et sur lequel on laisse couler de l'eau et du silicure de carbone. Cette opération est suivie de l'application du bord sur une meulière naturelle à grain fin tournant horizontalement, provenant ordinairement de Newcastle (Angleterre). L'opération suivante s'effectue avec de la ponce en poudre sur une meule en peuplier et finalement le polissage au rouge sur une meule en liège ou une meule en bois re-

¹ Schultdt (H.): "Grinding and Ball Burnishing", *Abrasive Industry*, p. 19 (1928).

couverte de lisières de feutre. Pour l'industrie de l'automobile, un certain nombre de feuilles de verre sont biseautées simultanément par une série de meules d'alumine à rainures multiples et à grain varié.

Le découpage du verre s'effectue d'abord en attaquant les contours du dessin esquissé avec une série de minces disques d'acier tournants, avec du siliciure de carbone et de l'eau, après quoi les tailles grossières sont polies avec des meules naturelles à grain très fin ou des meules alumineuses, cette opération exige une grande variété de meules de formes différentes.

Dressage et polissage du verre d'optique. Les lentilles, soigneusement pressées à l'état brut, sont placées dans des blocs spéciaux de poix, ou douilles, et sont dressées automatiquement à l'aide d'une meule à cuvette ou convexe en mouvement et qui va et vient sur le bloc (planche XVIII). Le siliciure de carbone et l'émeri de Turquie sont les abrasifs employés, bien que le corindon naturel (provenant de l'Afrique du Sud) soit aujourd'hui utilisé pour toutes les phases du dressage par quelques-uns des grands fabricants de verre d'optique. Le polissage final est effectué avec le rouge.

Surfaçage et polissage de la pierre

La préparation des gros blocs de granite à monuments et à d'autres fins d'ornementation, varie quelque peu avec les différents districts. La Nouvelle-Angleterre est l'un des principaux territoires en Amérique où ce travail est fait sur une grande échelle.¹

Les gros blocs de granite sont coupés au moyen de scies circulaires à dents de siliciure de carbone, ou de scies à disque de fer rainuré, utilisant de la grenaille d'acier trempé comme abrasif; les tranches sont coupées au moyen de scies à ruban (*voir* Partie I, page 4). Plusieurs blocs sont placés dans une couche de plâtre de Paris et "polis" au moyen de disques en fer plats avec de la grenaille d'acier trempé et de l'eau, puis de siliciure de carbone et de grès. L'adoucissage final se fait au moyen d'un polisseur à bras horizontal et mobile avec lequel on se sert généralement de potée d'étain (oxyde d'étain).

Préparation des plaques polies de minerai

Le meulage ou polissage des plaques ou lames minces de roche exigent une grande précision et comme ce travail sort du domaine industriel, un aperçu détaillé des deux séries d'opérations est donné plus bas.

Ordre du meulage et substances utilisées

A.²

1. Meulage d'une surface plane avec du siliciure de carbone 120 sur les minerais durs, et carbure F sur les minerais plus tendres.
2. Plaque montée sur un tube de laiton et meulée au siliciure de carbone F. Les angles sont biseautés sur une meule.

¹ Simonds (H.-A.): "Granite Polishing Industry in New England is Growing", Abrasive Industry, p. 179 (juillet 1923).

² Short (M.-N.): "The Preparation of Polished Ore Sections", Econ. Geol., vol. XXI, n° 7, p. 643-664 (nov. 1926).

3. Meulage avec émeri spécial (émeri d'optique B et L, n^o 906) pendant 30 secondes.
4. Polir grossièrement sur un rodoir de 60 onces recouvert de canevas avec siliciure de carbone 600—pour minerais durs seulement.
5. Polir sur un rodoir recouvert de mousseline avec de la potée de siliciure de carbone "10 minutes", pendant 3 minutes.
6. Polir sur rodoir recouvert de mousseline avec oxyde de chrome flotté à l'eau ou du rouge de bijoutier.
7. Polir sur drap de billard avec oxyde de magnésium finement pulvérisé ou avec du rouge noir (magnétique).

B.¹ Par cette méthode les spécimens sont préparés pour le microscope en moins de dix minutes.

Ordre du meulage et substances utilisées

1. Un spécimen d'un pouce de diamètre est meulé en une plaque horizontale utilisant un grain alumineux ou de carbure 46 ou 120. Biseauté avec une meule de carbure.
2. Placer le spécimen sur une glace de vitrage montée sur un disque horizontal et meuler à la main avec potée alumineuse 5 F.
3. Répéter avec de l'alumine 60 minutes pendant environ 1 minute.
4. Adoucir avec un polissoir Norton formé de meules d'acier sur lesquelles un drap est étendu et tournant à raison de 1,800 tours à la minute. Les abrasifs sont appliqués au moyen d'un pinceau comme opération séparée dans l'ordre suivant: (a) alumine 60 minutes, (b) oxyde de chrome, (c) rouge noir ou poudre métallographique shamva² pour le polissage final.

¹ Schwatz (G.-M.): (Minnesota University) "Preparation of Polished Sections ores"; Econ. Geol., vol. XXII, n^o 2, p. 193-197 (mars-avril 1927).

² "Shamva" est un oxyde spécial de magnésium.

ABRASIFS MÉTALLIQUES

Parmi les abrasifs métalliques se placent la grenaille ou les globules d'acier, l'acier broyé, la grenaille broyée à arêtes vives et la laine métallique. Le procédé de fabrication de la grenaille d'acier fut imaginé à Philadelphie, il y a environ 70 ans. On la fabriqua dans la suite en Ecosse, à partir de riblons, et on l'expédiait aux Etats-Unis. Il y a vingt ans on produisait moins de 200 tonnes de grenaille aux Etats-Unis, mais aujourd'hui un seul fabricant fournit plus de 7,000 tonnes. Les chiffres de la production d'abrasifs métalliques depuis 1917 sont donnés dans le tableau III. Les abrasifs métalliques ne sont pas fabriqués au Canada.

GRENAILLE ET ACIER BROYÉ

Grenaille

Fabrication. La grenaille d'acier est de la fonte trempée. Les métaux qui entrent dans sa composition, tels que rebuts choisis d'acier, charbon de bois et fer, sont fondus dans un cubilot et coulés en plusieurs petits filets pendant une période de 8 à 9 heures. Les coulées de métal en fusion sont soumises à une pression d'air chaud et de vapeur d'environ 80 livres qui divise le métal en globules de grosseur variée et les souffle dans un réservoir d'eau qui les refroidit. Le réservoir est ensuite vidé et le contenu transporté mécaniquement à une salle de séchage. La grenaille, rendue fragile par le refroidissement rapide, est chauffée dans un four à l'huile, duquel les globules chauds tombent dans une caisse de 100 tonnes où ils refroidissent graduellement pendant 48 heures. Au cours du chauffage et du refroidissement lent, la grenaille perd sa fragilité et devient dure et tenace. Elle est ensuite classée par tamisage en 15 grosseurs variant de 4 à 90 mailles. Les grands fabricants s'en tiennent rigoureusement à un classement soigné des différents calibres et les produits sont sans cesse essayés au point de vue de la dureté; la grenaille n° 10, par exemple, doit supporter une pression de 1,000 livres sans s'effriter.

Usages. La grenaille d'acier de petit calibre est beaucoup utilisée dans les appareils à jet pour le nettoyage des pièces de fonte, des pièces forgées et des petites pièces traitées à la chaleur, tandis que les calibres plus gros (15 mailles et plus) sont employés pour le sciage, le meulage et le polissage de la pierre, du marbre et du granite, ainsi que pour le sondage à carotte et la fabrication des "galets" de brunissage.

Acier broyé

Fabrication. L'acier broyé est fabriqué avec de l'acier à forte teneur de carbone et de l'acier à creuset en feuilles, ayant subi un traitement spécial pour lui donner la fragilité requise. L'acier est broyé au moyen

d'un appareil spécial, puis traité à la chaleur pour le durcir; la matière est ensuite tamisée en 25 numéros, de 20 à 200 mailles.

Usages. Les calibres de plus de 90 sont utilisés pour le découpage de la pierre, du marbre, de l'onyx et des matériaux analogues, et parfois pour le polissage des petites lentilles. Les menus calibres sont utilisés comme ingrédients dans le ciment d'acier et sont particulièrement en demande chez les constructeurs de locomotives pour recouvrir les joints d'air et de tuyaux, registres à air, etc.

Grenaille broyée à arêtes vives

Fabrication. La grenaille à 4 mailles est broyée dans des broyeurs à boulets et classée en 15 grosseurs environ, de 7 à 100 mailles, produisant ainsi l'acier broyé à arêtes vives, dit "diamant", ou la grenaille angulaire du commerce. Une bonne matière doit contenir moins de 1 pour cent de globules; on peut en faire l'essai en en laissant rouler une partie sur une planche inclinée.

Usages. La grenaille broyée trouve son principal emploi dans la projection à air pour le nettoyage des pièces en fonte, grise et malléable, en acier, laiton, bronze, aluminium, des pièces estampées et toutes pièces¹ traitées à la chaleur. Cet acier broyé est un peu plus efficace que la grenaille, surtout pour le nettoyage des pièces de fonte ou forgées, bien que dans certains cas la grenaille de petit calibre soit également efficace et moins dispendieuse.

Pendant le nettoyage des pièces de fonte au jet d'air comprimé, l'acier broyé ou la grenaille devient mélangée avec le sable qui en est séparé au moyen d'une machine pneumatique à jet d'air, munie de chicanes qui font tomber les particules métalliques lourdes et emportent le sable et les matières plus légères, indépendamment de la grosseur.

L'opérateur doit souvent porter un équipement de sécurité spécial, tels que casque contre projections muni d'un tube à air comprimé, gants à doublure métallique, etc.

Avantages des abrasifs d'acier pour le nettoyage au jet des pièces de fonte

Quelques-uns des avantages des abrasifs métalliques sur le sable ordinaire sont: l'élimination du sable dans les crevasses et les angles; une gamme plus étendue de calibres; réduction considérable de la poussière due au fait que le métal s'use tandis que le sable se pulvérise; avec un traitement soigné, ils peuvent être utilisés de 200 à 300 fois, tandis que le sable ne peut servir que de 1 à 3 fois²; réduction de l'espace d'emmagasinage; réduction des frais de manutention par suite du volume plus considérable du sable; élimination des ennuis du dégel dans les climats froids; les appareils à jet de sable peuvent servir pour les abrasifs métalliques sans être modifiés.

¹ Renseignement personnel, Globe Steel Abrasive Co., Mansfield, O.

² "15 Facts for the Foundry and Forge Shop", plaquette de l'American Steel Abrasive Company, Galien, O.

LAINE MÉTALLIQUE

La laine métallique, ou "rognures d'acier", se compose de longues fibres soyeuses d'acier, qui, lorsque tassées ensemble, prennent l'apparence de la "laine".

Historique

On prétend que ce produit a pris naissance en Allemagne il y a environ 35 ans, alors qu'on tenta d'enlever la peinture sur de vieux meubles avec des rognures métalliques. Cette matière, cependant, n'étant qu'un produit de rebut du tour, se brisait et ne durait pas longtemps. On eut donc recours aux brins métalliques. On trouva qu'à cette fin le sous-produit obtenu de la fabrication des lisses de métiers à tisser était beaucoup plus satisfaisant, mais plus tard une machine spéciale fut imaginée au moyen de laquelle du fil de fer était passé sous des couteaux. Ce produit fut bien accueilli dans l'industrie du bois pour enlever la peinture et comme substitut du papier à poncer.

Avant la guerre, la laine d'acier était en grande partie importée de Suisse et d'Allemagne, mais aujourd'hui elle est fabriquée à huit usines aux Etats-Unis, d'un rendement annuel total de plus de 3,000 tonnes¹.

Fabrication

La laine d'acier est maintenant fabriquée en neuf catégories courantes à partir du fil d'acier Bessemer, basique ou acide, à haute teneur en manganèse (0.50 à 1.00 pour cent de Mn). Plusieurs types de machines sont utilisés. Dans l'"outil coupeur", le fil est entraîné et râpé par un certain nombre de couteaux tranchants inclinés. Quelques types possèdent un certain nombre d'unités de coupe parallèles qui arasent le même fil en plusieurs brins à la fois. Dans une machine plus récente, la laine est produite en étirant le fil de fer à travers les peignes de filières circulaires. La machine Brillo-Field se compose de plusieurs roues (ou bancs à couper actionnés mécaniquement) en tandem, d'un appareil qui amène le fil, et de dispositifs pour enlever des roues les morceaux et les rognures de fil. Le coupage se fait au moyen de couteaux dentelés, le nombre de dentelures variant de 10 à 250 au pouce, suivant la grosseur et le type du brin à fabriquer. Une longueur de fil de plus d'un mille passe sous les couteaux avant qu'il soit renversé et bobiné de nouveau. Dans les gros calibres, des fibres séparées de plus de 100,000 pieds de longueur ont été fabriquées. Les machines ont été tellement perfectionnées que de nos jours une machine peut en remplacer 70 de celles qui étaient en usage il y a 8 ans et le travail requis a été réduit à environ un dixième. On trouvera les détails des divers procédés et machines utilisés dans une communication de Crosby Field, de la Brillo Manufacturing Company².

En Europe, la laine est fabriquée en rognant une fibre mince à même un fil d'acier doux, de façon qu'il présente une surface aplatie. Le fil est

¹ Field (C.): "The Steel Wool Industry", Mechanical Engineering (déc. 1927).

² Réunion annuelle de l'American Society of Mechanical Engineers, New York, du 5 au 8 déc. 1927, voir Mechanical Engineering, déc. 1927.

ensuite étiré sur un bâti sous le couteau pour donner au fil taillé une forme triangulaire.

Neuf catégories de laine sont fabriquées et désignées de la façon suivante: grossières, moyennes et fines, qui varient de 0·008 à 0·001 de pouce de diamètre; aussi les catégories courantes, numéros 3, 2, 1, 0, 00 et 000, le numéro 3, ayant à peu près 0·006 de pouce de diamètre et le numéro 000 à peu près 0·001 ou moins.

Usages

La laine métallique fut tout d'abord employée pour enlever la peinture des boiseries et la demande en est encore très forte aujourd'hui pour les surfaces peintes ou vernissées pour lesquelles le numéro 3 ou les rognures fines sont les mieux appropriées. La laine métallique fait une sérieuse concurrence aux papiers abrasifs dans l'industrie du bois et certains fabricants de meubles prétendent obtenir des résultats plus rapides et aussi efficaces qu'avec le papier à poncer. On l'utilise pour donner un fini "reflet" aux articles en aluminium. Elle remplace aussi les papiers abrasifs pour nettoyer les articles creux, les outils, les enseignes, les pièces de machine, les articles émaillés et de nombreux autres objets. Elle trouve un emploi très considérable dans le ménage pour le récurage des ustensiles de cuisine, des évier, etc. La peinture fraîche adhère mal aux vieilles surfaces vernissées, mais si l'on a soin de les frotter auparavant avec de la laine métallique, juste suffisamment pour rendre le glaçage mat, la peinture adhère pendant un temps considérable et la laine métallique est sans égale pour le peintre amateur. Pour le vernissage, toutes gouttes coulées et autres déféc-tuosités sont polies avec de la laine métallique, éliminant ainsi les égratignures qui pourraient être visibles après une seconde couche.

L'un des principaux avantages de la laine métallique sur les papiers abrasifs est de ne pas s'encrasser. Ses inconvénients sont que de petits fragments pénètrent dans les mains de l'opérateur; aussi, à moins que la surface frottée ne soit attentivement nettoyée, les particules métalliques sont susceptibles de laisser des traces de rouille. En outre de son utilisation pour fins d'abrasion, la laine métallique a récemment été introduite dans les toiles tricottées comme substitut de la garniture de coton dans les machines à presser des buanderies; elle est aussi utilisée comme aspirateur de poussière dans les calorifères.

BIBLIOGRAPHIE CHOISIE

GÉNÉRALE

On trouvera ci-après une liste d'ouvrages sur les abrasifs et leurs applications industrielles.

- Darbyshire (H.): "Precision Grinding"; pub. par A. Constable & Co., Londres, Ang. 160 pages (1907).
- Haenig (A.): "Emery and the Emery Industry"; trad. de l'allemand par Ch. Salter; pub. par Scott, Greenwood & Son, Londres, Ang. 103 pages (1912).
- Shaw (T.-R.): "Precision Grinding Machines"; pub. par Scott, Greenwood & Son, Londres, Ang. 214 pages (1917).
- Jacobs (F.-B.): "Abrasives and Abrasive Wheels"; pub. par N.-W. Henley Pub. Co., New-York. 338 pages (1919).
- "Production Grinding"; pub. par Penton Pub. Co., Cleveland, Ohio, 238 pages (1922).
- "The Abrasive Handbook"; pub. par Penton Pub. Co., Cleveland, Ohio. 547 pages (1928).
- Searle (A.-B.): "The Manufacture and Uses of Abrasive Materials"; pub. par Sir Isaac Pitman & Sons, Londres, Ang. 118 pages (1922).
- Dunbar (H.-W.): "Little Known Facts about Grinding"; pub. par Norton Co., Worcester, Mass. 174 pages (1923).
- Macklin (E.-L.) & Middleton (E.-L.): "Grinding of Metals and Cleaning of Castings" (référence spéciale aux affections pulmonaires causées par la poussière); pub. par H. M. Stationery Office, Londres, Ang. 100 pages (1923).
- "Grinding"; pub. par Norton Co., Worcester, Mass. 435 pages (1926).
- Giordana (I.-A.): "Abrasive-Affilatrice Rettificatrice" (en italien); pub. par Ulrico Hoepli, Milan, Italie. 403 pages (1926).
- Kleinschmidt (B): "Schleifindustrie-kalender", 1926 et 1927 (en allemand); pub. par D.-H. Seger, Berlin, N.W. 21. 280 pages (1926 et 1927).

On trouvera dans les périodiques suivants l'exposé des derniers développements dans l'industrie et la technique des abrasifs.

- Jacobs (F.-B.): "The Abrasive Industry"; revue mensuelle, pub. par Penton Pub. Co., Cleveland, Ohio.
- Norton Co.: "Grits and Grinds"; revue mensuelle, pub. par Norton Co., Worcester, Mass.

OUVRAGES CLASSÉS PAR SUJETS

ABRASIFS ARTIFICIELS

Fabrication

- Richards (J.-W.): "Niagara as an Electrochemical Centre" (Description des premiers fours à carborundum et des débuts de l'industrie); Electrochem, Ind., p. 49-55 (oct. 1902).
- Fitzgerald (F.-A.-J.): "Refractory Materials for Electrical Resistance Furnaces" (Notes historiques sur le carbure de silicium, ses usages, sa fabrication et son analyse); Electrochem. Ind., p. 439-444 (nov. 1904).
- "The Electrochemical Industries of Niagara Falls" (Premiers procédés de fabrication et rendement de la Carborundum Co.); Electrochem. & Met. Ind., p. 253, juillet 1905; aussi "The Carborundum Furnace"; p. 53 (fév. 1906).
- Tucker (S.-A.): "Temperature Measurement in the formation of Carborundum"; Jour. Am. Chem. Soc., p. 853 (1906).

- Baraduc-Müller: "Carborundum" (Description détaillée de la fabrication, des propriétés et des usages); Rev. de Métallurgie, 47 pages (fév. 1909).
- Bölling (F.): "Silundum, a New Product of the Electric Furnace" (Fabrication, propriétés et usages); Electrochem. & Met. Ind.; aussi "Outline of Various Patents for Al_2O_3 ", par F.-J. Tone, p. 24-35 (janv. 1909).
- : "The Works of the Carborundum Co., Niagara Falls" (Exposé général et historique); Electrochem. & Met. Ind., pp. 189-192 (mai 1909); aussi "Carborundum Patents", par F.-J. Tone, p. 167 (avril 1909).
- Saunders (L.-E.): "Alundum Refractories" (Propriétés, fabrication et divers usages de Al_2O_3); Met. & Chem. Eng., p. 257 (mai 1911).
- Fitzgerald (F.-A.-J.): "Refractories" (Propriétés des abrasifs artificiels); Met. & Chem. Eng., p. 129 (mars 1912).
- Saunders (L.-E.): "Temperature Measurements in the Silicon Carbide Furnace"; trans. Am. Electrochem. Soc., p. 438 (1912); aussi p. 333 (1911).
- Fitzgerald (F.-A.-J.): "Crystolon-Silicon Carbide"; (Décrit l'usine Norton et la fabrication des abrasifs); Met. & Chem. Eng., p. 519 (sept. 1912).
- Boeck (P.-A.): "Alundum as a Refractory Material"; (Propriétés et usages d' Al_2O_3); Met. & Chem. Eng., p. 581 (sept. 1912).
- Stansfield (A.): "Discovery and Manufacture of Carborundum"; The Electric Furnace, 2e édit., p. 291-302 (1914).
- Tone (F.-J.): "Silicidized Carbon"; Tr. Am. Electrochem. Soc., p. 181-198 (1914).
- Williams (C.-F.): "The Discovery of Carborundum"; Iron & Trade Rev., p. 457 (4 mars 1915).
- Carborundum Co.: "Manufacture and Properties of Carborundum"; Chem. & Met. Eng., p. 489 (27 sept. 1918).
- Brockbank (C.-J.): "The Formation of Carborundum" (avec microphotographies); Jour. Soc. Chem. Ind., p. 41-4 T. (28 fév. 1920).
- Hutchins (Otis): "A New Aluminous Abrasive" (Aloxite AA); Chem. & Met. Eng., p. 565 (24 mars 1920); aussi, p. 1128 (16 juin 1920).
- Richmond (A.-H.): "The Electric Furnace Makes Abrasive (Al_2O_3)"; Abrasive Industry, p. 135 (avril 1921).
- "Artificial Corundum" (Usage du corindon naturel); Abrasive Industry, p. 58 (fév. 1923).
- Abrasive Co.: "Manufacture of Aluminous Abrasives" (brevets); Chem. & Met. Eng., p. 865 (14 mai 1923).
- Carborundum Co.: "Artificial Abrasive Manufacture"; Chem. & Met. Eng., p. 501 (29 sept. 1924).
- Mellor (J.-W.): "A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry", vol. V (voir "Manufacture of Synthetic Gems and Properties of Al_2O_3 "); pub. par Longmans, Green & Co., Londres, Ang., p. 247-273 (1924).
- Stewart (I.): "The Manufacture of Carborundum"; Chem. Eng. & Min. Rev. (Melbourne), p. 7-9 (oct. 1925).
- Tone (F.-J.): "History and Manufacture of Artificial Abrasives"; Abrasive Industry, p. 47-51 (fév. 1925).
- Haglund (T.-R.): "The Haglund Process for the Manufacture of Aluminous Abrasive"; Ind. & Eng. Chem., p. 67 (jan. 1926).
- : "History and Manufacture of Aluminous Abrasives"; Abrasive Industry, p. 254 (août 1926).
- Jacobs (F.-B.): "Manufacture of Artificial Abrasives and Their Trade Names"; Abrasive Industry, p. 182-84 (juin 1927).
- : "Alumina Production in Italy—Haglund Process"; The Metal Industry, p. 311 (25 mars 1927).
- Bowman (F.-A.): "Carborundum and Aloxite" (Historique et fabrication); The Engineering Journal, p. 295 (avril 1928).
- Wells (M.): "Carborundum, its Fabrication and Uses"; Eng. Met. Can. (Réunion à Québec, juin 1928).
- : "Manufacturers and Trade Names of Artificial Abrasives"; Eng. and Min. Jour., p. 809 (4 nov. 1922). Ab. Ind., p. 21 (janvier 1922) et p. 183 (juin 1927).

MEULES

Fabrication

- : "The Manufacture of Grinding Wheels"; Chem. & Met. Eng., p. 600 (15 mai 1917).
- Richardson (H.): "The Grinding Wheel Industry" (Historique); pub. par Waltham Grinding Wheel Co., Mass., 6 pages (12 juin 1918).
- : "Grinding Wheels and Their Manufacture"; Sci. American, p. 302; aussi 312 (25 sept. 1920).
- Vail (J.-G.); Hildebrandt (B.-A.) et autres: "Types of Grinding Wheels, Manufacture and Bonds Used"; Ab. Ind., p. 211, juin; p. 249, juillet; p. 354, nov.; p. 393, déc. (1921; aussi p. 110, avril; p. 142, mai; p. 272-279, sept.; p. 311-317, oct.; p. 381, déc. (1922); p. 30 janv.; p. 64, fév. (1923).
- Norton Co. (Personnel): "Grinding Wheels and How They are Made"; Raw. Mat. (mars 1923); (voir aussi Chap. III—"Grinding", par Norton Co.)
- Detroit Star Wheel Grinding Co.: "Manufacture of Abrasive Wheels"; Chem. and Met. Eng., p. 318 (20 août 1923).
- Spence (R.-J.): "Grinding Wheel Bond Tenacity"; Ab. Ind., p. 351 (déc. 1923).
- Carborundum Co.: "Vitrified and Silicate Wheel Manufacture"; Chem. and Met. Eng., p. 531 (6 oct. 1924).
- Bowman (F.-A.): "Recent Improvements in Grinding Wheels"; Ab. Ind., p. 43 (fév. 1925).
- Gold (W.-C.): "Outline Wheel Making Process" (Historique); Ab. Ind., p. 245 (août 1925).
- Vail (J.-G.): "Silicate of Soda and Wheel Making"; Ab. Ind., p. 154 (mai 1926).
- Whelden (F.-H.): "The Silicate Grinding Wheel and its Inventor Gilbert Hart" (Historique); Ab. Ind., p. 127 (mai 1928).
- Jacobs (F.-B.): "Abrasive Engineering in Auto Plants XII (Préservation des meules); Ab. Ind., p. 131 (mai 1928).
- : "Cylinder Wheels with Iron Backs"; Ab. Ind., p. 236 (sept. 1928).

Choix

- Cooke (P.-N.): "The Proper Selection of Grinding Wheels"; Can. Machinery, p. 25 (oct. 1921).
- Divers: "The Selection of Grinding Wheels"; Ab. Ind., p. 221, juillet; p. 253, août; p. 266, sept. (1922) et p. 14, janv. (1923).
- Lake (E.-C.) and Smith (F.-C.): "Precision Surface Grinding"; Machinery (Londres), p. 308 (8 déc. 1927), et p. 351 (22 déc. 1927).
- : "Suggestions for Operating Wheels"; Ab. Ind., p. 8 (janv. 1928).
- Schmidt (H.-F.): "Suggested Specifications for Purchasing Grinding Wheels"; Ab. Ind., p. 158 (juin 1928).
- : "Suggestions for Wheel Operation"; Ab. Ind., p. 212 (août 1928).
- Jacobs, (F.-B.): "Proper Choice of Wheels Reduces Grinding Costs"; Ab. Ind., p. 1 (janv. 1929).
- Horner (F.): "Segmental Grinding Wheels"; Machinery (N.Y.), p. 185-189 (nov. 1928).
- Ballash (J.-L.): "Segmental vs. Solid Wheels"; Ab. Ind., p. 64 (fév. 1929).
- Wynn (B.): "Wheel Selection Important in Snagging Operations"; Ab. Ind., p. 49 (oct. 1929).

Normalisation et classement

- Grinding Wheels Mfrs. Assn. of U.S.A. and Canada: "Standard Shapes for Grinding Wheels"; pub. séparément par Norton Co., Carborundum Co., et autres; 28 pages (1925).
- : "Standardization of Wheels and Grain"; Ab. Ind., p. 263-277, sept.; p. 327 et 334, nov. (1925), et p. 218 (juillet 1926).
- : "Comparative Grading of Wheels"; Ab. Ind., p. 373 (déc. 1922); p. 22 (janv. 1928) et p. 22 (août 1929).
- Alexander (J.): "Tabulated Grinding Wheel Data"; Ab. Ind., p. 98 (mars 1927).
- : "Trade Names and Addresses of Grinding Wheel Manufacturers in U.S.A. and Canada"; Ab. Ind., p. 72 (mars 1922); p. 183 (juin 1927); p. 22 (janv. 1928).

Usages et applications

Les articles cités ci-après, parus dans "Abrasive Industry", revue mensuelle, contiennent des descriptions de certains meulages particuliers:—
Auto et Aéroplane (récemment)—

- Jacobs (F.-B.): "Abrasive Engineering Practice in Automobile Plants"; (Une série de douze articles parus tous les mois, de juin 1927 à mai 1928); aussi p. 95 (mars 1929), et p. 17 (avril 1929).
- Simonds (H.-R.): "One Thousand Parts Ground for Rolls Royce Cars"; Ab. Ind., p. 29 (fév. 1928).
- : "Grinding Airplane Engine Parts"; Ab. Ind., p. 39 (fév. 1928).
- : "Precision Grinding Operations Finish Stearns-Knight Motors Economically"; Ab. Ind., p. 45 (fév. 1928).
- : "Auto Piston Ring Production"; Ab. Ind., p. 107 (avril 1928).
- : "Surface Grinding Auto Parts"; Ab. Ind., p. 233 (sept. 1928).
- : "Production Grinding of Pistons"; Ab. Ind., p. 296 (nov. 1928).
- : "Auto Re-grinding Practice in Australia"; Ab. Ind., p. 330 (déc. 1928).
- Polissage de l'agate*—p. 262 (août 1927).
- Instruments aratoires*—p. 318 (oct.); p. 336 (nov. 1925); p. 155 (mai 1926); p. 238 (juillet 1927); p. 252 (sept. 1928); p. 275 (oct. 1928).
- Affûtage des haches*—p. 73 (mars 1926); p. 74 (fév. 1929).
- Finissage des billes*—p. 245 (août 1927); p. 384 (déc. 1927); p. 338 (déc. 1928).
- Rectification des rouleaux*—p. 145 (mai 1927).
- Rectification des tubes de chaudières*—p. 26 (avril 1929).
- Rectification cylindrique des roues de wagon*—p. 160 (mai 1927).
- Affûtage des ciseaux*—p. 99 (mars 1927).
- Planage*—p. 13 (janv. 1927).
- Polissage des plaques de chrome*—p. 338 (déc. 1928).
- Surfaçage du béton*—p. 99 (avril 1928).
- Affûtage de la coutellerie*—p. 212 (juil. 1926); p. 151 (juin 1928); p. 245 (sept. 1928); p. 40 (août 1929).
- Rectification du cuivre*—p. 174 (juin 1928); p. 213 (août 1928).
- Affûtage des fraises*—p. 223 (août 1928).
- Meulage des limes*—p. 301 (oct. 1925); p. 261 (août 1927).
- Rectification des engrenages, vis sans fin et cams*—p. 61 (fév. 1927); p. 135 (avril 1927); p. 25 (sept. 1929).
- Taillage des rainures de clavettes*—p. 402 (déc. 1927).
- Affûtage des couteaux*—p. 286 et 292 (sept. 1925); p. 319 (oct. 1925); p. 24 (janv. 1928); p. 217 (août 1928); p. 271 (oct. 1928).
- Polissage des magnétos et armatures*—p. 71 (fév. 1929); p. 89 (mars 1929).
- Meulage de l'acier au manganèse*—p. 238 (juil. 1927); p. 320 (oct. 1927).
- Polissage des métaux non-ferreux*—(Laiton, cuivre, aluminium, etc.)—p. 15 (janv. 1929).
- Rectification de la porcelaine*—p. 335 (nov. 1925).
- Pièces de radio*—p. 28 (avril 1929).
- Meulage des cylindres*—p. 93 (mars 1927).
- Découpage et affûtage des dents de scies*—p. 318 (oct. 1925); p. 357 (nov. 1925); p. 120 (avril 1927); p. 209 (août 1928); p. 270 (oct. 1928); p. 34 (août 1929).
- Meulage des ressorts*—p. 286 (sept. 1925); p. 119 (avril 1928).
- Polissage de la stellite*—p. 215 (juil. 1926); p. 248 (août 1926); p. 281 (sept. 1926); p. 309 (oct. 1926).
- Meulage des outils en carbure de tungstène ("Carboly")*—p. 24 (avril 1929); p. 19 (août 1929).
- Clefs anglaises*—p. 109 (avril 1927).

Travaux généraux de meulage

- Bowman (F.-D.): "Unique Grinding Operations"; Ab. Ind., p. 267 (août 1921).
- : The "Uses of Emery Wheels"; Ab. Ind., p. 313 (sept. 1921).
- Drake (H.-P.): "Grinding Textile Card Clothing"; Ab. Ind., p. 132 (mai 1922).

- : "The Importance of Grinding Wheels in Modern Industry"; *Raw. Mat.*, p. 56 (fév. 1922).
- : "Weights of Vitrified Grinding Wheels"; *Ab. Ind.*, p. 145 (mai 1922).
- Keck (K.-G.): "Wet Grinding and Coolants Used"; *Ab. Ind.*, p. 205 (juil. 1923).
- : "Wheel Operating Rules"; *Ab. Ind.*, p. 141 (juin 1924).
- : "Rules for Safety for Abrasive Wheels"; *Quarry Surveyors and Contractors Jour.*, p. 108 (avril 1923).
- : "Advantages of Artificial Wheels"; *Engineering*, p. 443 (juil. déc. 1926).
- : "Abrasives and Grinding"; *The Metal Ind. (Londres)*, p. 577 (2 déc. 1927).
- Gordon (H.-W.): "Abrasive Wheels Replace Sandstones"; *Ab. Ind.*, p. 191 (juin 1927); p. 392 (déc. 1927); p. 277 (oct. 1928).
- Purdy (R.-C.) et MacGee (A.-E.): "Some Physical Properties of Artificial Abrasives" (Méthodes d'essai des meules et propriétés physiques); *Jour. Am. Ceram. Soc.*, vol. II, n° 3, p. 192-203 (mars 1923).
- Harrison (R.-E.-W.): "Centreless Grinding Offers Manufacturing Economics"; *Ab. Ind.*, p. 61-64 (fév. 1929).
- Groom (J.-H.): "Non-precision Parts Ground Rapidly by Centreless Methods"; *Ab. Ind.*, p. 48 (oct. 1929).

PRODUITS ENDUITS D'ABRASIFS

Fabrication et applications

- Westervelt (N.-H.): "Manufacture of Abrasive Paper and Cloth"; *Ab. Ind.*, p. 54 (fév. 1921).
- Adams (J.-F.): "How to Choose Coated Papers"; *Ab. Ind.*, p. 1 (janv. 1922).
- Adams (A.-H.): "Sand and Garnet Papers"; *Ab. Ind.*, p. 228 (juil. 1921); p. 125 (avril 1922).
- Halstead (S.-J.): "The Choice of Abrasive Papers"; *Ab. Ind.*, p. 6 et 51 (fév. 1922), et p. 125 (avril 1922).
- : "Coated Abrasive Manufacturers in the U. S. A."; *Ab. Ind.*, p. 73 (mars 1923).
- Sidford (A.-J.): "New Developments in Coated Abrasives"; *Ab. Ind.*, p. 108 (avril 1923).
- Bowman (F.-D.): "Manufacture and Application of Coated Abrasives"; *Ab. Ind.*, p. 99-101 (avril 1923).
- Cook (J.-M.): "Waterproof Abrasive Papers"; *Ab. Ind.*, p. 102-4 (avril 1923).
- Jacobs (F.-B.): "History and Development of Coated Abrasives"; *Ab. Ind.*, p. 128 (avril 1923).
- McLean (W.-J.): "Sand Paper from the Ancients to the Armour Quality Abrasive"; *Armour Mag.* (sept. 1923).
- Cook (J.-M.): "Improved Abrasive Paper and Cloth"; *Ab. Ind.*, p. 43 (fév. 1924).
- Power (H.-R.): "Manufacture of Garnet Paper"; *Eng. & Min. Jour.*, p. 532 (4 oct. 1924).
- Sidford (A.-J.): "Sand Paper Industry is Reviewed"; *Ab. Ind.*, p. 110, aussi p. 148-152 (juin 1924).
- Pemberton (H.-C.): "Coated Abrasive Manufacture in England"; *Ab. Ind.*, p. 275 (nov. 1924).
- Power (H.-R.): "Standardization of Coated Abrasives"; *Ab. Ind.*, p. 53 (fév. 1926).
- : "Polishing Abrasive Grain Improved"; *Ab. Ind.*, p. 141 (mai 1926).
- : "Improves Process of Using Waterproof Abrasive Paper"; *Ab. Ind.*, p. 56 (fév. 1927).
- Hersey (C.-H.): "Various Types of Coated Abrasives, New Uses and Standardization"; *Ab. Ind.*, p. 105 (avril 1928).
- Lansing (K.-H.): "Flexible Shaft Machines Polish Lacquered Autos"; *Ab. Ind.*, p. 160 (juin 1928).
- : "Coated Abrasive Data Prepared" (Nouveaux standards et classement); *Ab. Ind.*, p. 210 (août 1928).
- : "Coated Abrasive Paper" (Fabrication des papiers hydrofuges); *Ab. Ind.*, p. 118 (mars 1929).
- : "Smooth Undercoats Necessary in Refinishing Automobile"; *Ab. Ind.*, p. 105 (mars 1929).

Quelques industries utilisant des enduits d'abrasifs

- Simonds (H.-R.): "Shoe Making Operations"; Ab. Ind., p. 33 (fév. 1922).
 Sidford (A.-J.): "Finishing Felt Hats with Abrasives"; Ab. Ind., p. 135 (mai 1922).
 Lansing (R.-H.): "Floor Finishing with Abrasive Paper"; Ab. Ind., p. 309 (oct. 1922) et p. 50 (fév. 1923).
 —: "Sanding Operations"; Ab. Ind., p. 143 (juin 1924).
 —: "Abrasive Paper Finishes Chamois"; Ab. Ind., p. 175 (juil. 1924).
 Brooks (A.-J.): "Floor Surfacing"; Ab. Ind., p. 199 (juin 1926).
 —: "Finishing Hats with Abrasive Paper"; Ab. Ind., p. 90 (mars 1927).
 —: "Leather Finishing Described"; Ab. Ind., p. 238 (août 1926) et p. 276 (sept. 1926).
 —: "Floor Surfacing"; Ab. Ind., p. 290 (sept. 1927).

MEULAGE PAR DISQUES

- Simonds (H.-R.): "Abrasives for Disk Grinding"; Ab. Ind., p. 22 (janv. 1922).
 —: "Disk Grinds Wood Patterns"; Ab. Ind., p. 115 (avril 1922).
 —: "Practical Disk Grinder Problems"; Ab. Ind., p. 122 (avril 1923).
 —: "Disk Selection"; Ab. Ind., p. 280 (sept. 1923); p. 293 (oct. 1923).
 —: "Setting up, Mounting and Truing Abrasive Disks"; Ab. Ind., p. 45 (fév. 1923); p. 101 (avril 1923); p. 246 (août 1923); p. 346 (déc. 1923).
 —: "Use of Abrasive Disks"; Ab. Ind., p. 115 (avril 1923).
 —: "Disk Grinder Finishes Patterns"; Ab. Ind., p. 82 (mars 1924).
 Gardner (E.-B.): "Disk Grinding Aids Production"; Ab. Ind., p. 21 (janv. 1924).
 —: "Suggestions for Setting-up Disks"; Ab. Ind., p. 284 (nov. 1924).
 Gardner (F.-E.): "Development of Disk Grinding"; Ab. Ind., p. 362 (déc. 1926).
 Hampson (D.-A.): "Double Disk Finishes Two Surfaces"; Ab. Ind., p. 60 (fév. 1927).
 Fletcher (F.-B.): "Disk Grinders on Precision Work"; Ab. Ind., p. 91 (avril 1928).
 —: "Double Disk Grinder Finishes Non-Metallic Minerals" (trique, tuile, amiante, porcelaine, etc.); Ab. Ind., p. 24 (janv. 1929).
 —: "Truing Abrasive Disks"; Ab. Ind., p. 39 (janv. 1929).
 —: "Disk Grinder Finishes Parts"; Ab. Ind., p. 93 (mars 1929).

POLISSAGE ET BRUNISSAGE*Fabrication et application des meules à polir et des disques en buffle*

- Springer (J.-F.): "Polishing and Buffing" (quatre articles); Ab. Ind., (fév. à mai 1922).
 Koon (S.-G.): "Polishing of Metals an Art in Itself"; The Iron Age (23 mars 1922).
 Divine (B.-H.): (Les articles qui suivent ont paru sous cette signature dans la revue "Machinery":
 "Principles of Metal Polishing" (sept. 1922); "Polishing Wheels" (nov. 1922);
 "Polishing Wheels" (janv. 1923); "Polishing Room Arrangements" (fév. 1923);
 "Setting up Polishing Wheels" (mars 1923); "Types of Polishing Wheels" (mai 1923); "The Manufacture of Buffing Wheels" (juillet 1923).
 Divine (B.-H.): "Characteristics of Polishing Wheels"; Allocution à l'assemblée de la Metal Finishers Assn. (27 juin 1922).
 —: "Polishing Room Layout"; The Metal Industry, p. 312 (30 mars 1923).
 —: "Preparation of the Buffing Wheel"; The Metal Industry (Londres), p. 48 (20 juil. 1923).
 Lansing (K.-H.): "Hints on the Selection of Buffs"; Ab. Ind., p. 262 (sept. 1923).
 Bowman (F.-D.): "Practical Hints for the Polisher"; Ab. Ind., p. 285-7 (oct. 1923).
 —: "Balancing Polishing Wheels"; The Metal Industry, vol. 23, p. 463 (1923).
 Stevens (F.-B.): "Care and Preparation of Polishing and Buffing Wheels"; Ab. Ind., p. 84 (mars 1925).
 —: "Polishing Hints"; Ab. Ind., p. 225 (juil. 1926).
 —: "Polishing with Reclaimed Abrasives"; Ab. Ind., p. 241 (août 1926).
 —: "The Care of Buffing Wheels"; Ab. Ind., janv. 1928).

- : "Polishing Wheel Speeds"; Ab. Ind., p. 119 (avril 1928).
 —: "Polishing and Plating Room Layout"; Ab. Ind., p. 240 (sept. 1928).
 Zucker (F.-A.): "Advanced Metal Polishing Theory"; Ab. Ind., p. 269 (oct. 1928).
 "Setting up Polishing Wheels"; Ab. Ind., p. 39 (janv. 1929).
 Wright (Leslie): "Use of Polishing Compositions in the Electroplating Industry"; Ab. Ind., p. 52-56 (mai 1929).
 Hampson (D.-A.): "Timely Hints on Setting up Wheels"; Ab. Ind., p. 44 (sept. 1929).
 Divine (B.-H.): "Determining Excessive Humidity"; Ab. Ind., p. 50 (sept. 1929).
Préparation de la colle pour la confection des meules à polir, etc.
 Best (L.) & Co.: "Treatment of Glue"; Ab. Ind., p. 139 (avril 1921).
 Divine (B.-H.): "Properties of Glue for Polishing Wheels"; Machinery (oct. 1922).
 —: "Glue in Polishing Work"; Metal Industry (juin 1923).
 —: "Manufacture of Polishing Wheels"; Ab. Ind., p. 140 (mai 1925).
 —: "Use of Glue for Coated Abrasives"; Ab. Ind., p. 59 (fév. 1926).
 Norton Co.: "Grinding" (chapitre sur la colle); pub. par Norton Co., Worcester, Mass., p. 404 (1926).
 Re (A.-V.): "Glue for Setting up Wheels"; Ab. Ind., p. 73 (mars 1928).

Polissage au buffe

- Divine (B.-H.): "Button Polishing"; Ab. Ind., p. 261 (août 1921).
 Jacobs (F.-B.): "Pearl Grinding and Button Making"; Ab. Ind., p. 349 (oct. 1921).
 Simonds (H.-R.): "Cutlery Polishing"; Ab. Ind., p. 207 (juil. 1922).
 Divine (B.-H.): "Polishing Fire Arm Parts"; Machinery (oct. 1923).
 Chandler Car Co.: "Finish of Auto Bodies"; Ab. Ind., p. 170 (juil. 1924).
 —: "Pearl Grinding Methods"; Ab. Ind., p. 183 (juil. 1924).
 —: "Polishing and Buffing Methods Investigated"; Ab. Ind., p. 201 (juil. 1924); p. 257 (sept. 1924); p. 287 (oct. 1924); p. 331 (nov. 1924); p. 361 (déc. 1924).
 —: "Polishing Steel and Chilled Iron Ploughs"; Ab. Ind., p. 326 (nov. 1924).
 —: "Buffing Nickel-Plated Brass Rings"; Ab. Ind., p. 272 (sept. 1924).
 —: "Pearl Grinding Method is Outlined"; Ab. Ind., p. 183 (juil. 1924).
 —: "Buffing Stove Parts"; Ab. Ind., p. 36 (fév. 1924) et p. 40 (nov. 1929).
 —: "Buffing Copper Parts"; Ab. Ind., p. 39 (fév. 1925).
 —: "How to Polish Agate"; Ab. Ind., p. 191 (juin 1925).
 —: "Sad Iron Polishing Methods"; Ab. Ind., p. 255 (août 1925).
 Jacobs (F.-B.): "Polishing Auto Parts"; Ab. Ind., p. 265 (sept. 1925) et p. 311 (oct. 1925).
 —: "Cutlery Polishing"; Ab. Ind., p. 14 (janv. 1926).
 —: "Polishing Bronze"; Ab. Ind., p. 230 (juil. 1926).
 —: "Polishing and Buffing Stove Parts"; Ab. Ind., p. 318 (oct. 1926).
 Short (M.-N.): "The Preparation of Polished Ore Sections"; Econ. Geol., p. 648-664 (nov. 1926).
 Schwartz (G.-M.): "The Preparation of Polished Sections of Ores"; Econ. Geol., p. 193-197 (mars-avril 1927).
 Vitella (J.-R.): "Polishing and Etching Metals for Micro-Examination"; Ind. & Eng. Chem., p. 1049-1052 (sept. 1927).
 —: "Polishing Auto Radiator Shells"; Ab. Ind., p. 380 (déc. 1927).
 —: "Buffing Tinware"; Ab. Ind., p. 24 (janv. 1928).
 Re (A.-V.): "Polishing and Finishing Bumpers"; Ab. Ind., p. 33 (fév. 1928).
 "Polishing Plumbers Goods"; Ab. Ind., p. 73 (mars 1928).
 Banner (G.-A.): "Silver and Gold Ware Polishing Methods"; Ab. Ind., p. 98 (avril 1928).
 American Fork and Hoe Co.: "Point and Polish Fork Tines on Rawhide Belts"; Ab. Ind., p. 48-50 (mai 1929); aussi "Brass Nuts", p. 50 (mai 1929).

Polissage de l'aluminium

- : "Grinding and Polishing Aluminium"; Ab. Ind., p. 19 (janv. 1922); p. 114 (avril 1922); p. 142 (mai 1922) et p. 127 (avril 1923).
 Seligman (R.): "The Cleaning of Aluminium Utensils"; Metal Industry, p. 269 (22 sept. 1922).

- : "Polishing Aluminium Castings"; Metal Industry, p. 306 (28 mars 1924).
- : "Polishing Aluminium"; Ab. Ind., p. 88 (mars 1926).
- : "Grinding and Polishing Aluminium Alloys"; Ab. Ind., p. 147 (mai 1928).
- Re (A.-V.): "Aluminium Polishing Suggestions"; Ab. Ind., p. 298 (nov. 1928).
- Norton Co.: "Grits and Grinds" (déc. 1928).
- : "Polishing Monel Metal"; Ab. Ind., p. 39 (janv. 1929).
- Rousseau (A.): "Aluminium Polishing Suggestions"; Ab. Ind., p. 56 (mai 1929).

Abrasifs utilisés et leur fabrication

- Buchanan (C.-L.): "Abrasive Used in Buffing"; The Metal Industry, p. 672 (29 juin 1923).
- Stevens (F.-B.): "Buffing and Polishing Data"; Ab. Ind., p. 12 (janv. 1925).
- : "Selection of Buffing Materials"; Ab. Ind., p. 204 (juil. 1925).
- : "Appliance for Manufacture of Rouge"; Ab. Ind., p. 20 (janv. 1926).
- : "Buffing Compound Binders"; Ab. Ind., p. 65 (fév. 1926).
- Jacobs (F.-B.): "Polishing Abrasives"; Ab. Ind., p. 80 (mars 1926).
- : "Polishing Grain Improved"; Ab. Ind., p. 141 (mai 1926).
- : "Buffing Compositions"; Ab. Ind., p. 122 (avril 1927).
- Leather (R.-S.): "Greaseless Metal Finishing Compositions"; The Metal Industry, p. 59 (22 juil. 1927).
- : "Buffing Data"; Ab. Ind., p. 258 (août 1927).

DRESSAGE ET POLISSAGE DE LA PIERRE

- Leather (R.-S.): "Abrasive Finish Granite Blocks"; Ab. Ind., p. 57 (fév. 1921).
- Springer (J.): "Cutting and Shaping Stone with Abrasive Appliances"; Ab. Ind., p. 361 (nov. 1921).
- : "Grinding Slots in Burrstones"; Ab. Ind., p. 318 (oct. 1921).
- Bowman (F.-D.): "The Finishing of Ornamental Agates"; Ab. Ind., p. 311 (oct. 1922).
- : "Sawing and Finishing Stone with Abrasives"; Ab. Ind., p. 125 (avril 1923); p. 300 (oct. 1923).
- : "Surfacing Marble Floors with Abrasives"; Ab. Ind., p. 51 (fév. 1923).
- Lansing (K.-H.): "Working Marble with Abrasives"; Ab. Ind., p. 232 (août 1923).
- Simonds (H.-R.): "Grinding Stone Blocks"; Ab. Ind., p. 42 (fév. 1925).
- : "Marble Finishing, Coping and Polishing"; Ab. Ind., p. 25 (janv. 1926); p. 109 (avril 1926); p. 271 (août 1926); p. 332 (nov. 1926).
- : "Granite Polishing"; Ab. Ind., p. 65 (fév. 1926).
- : "Marble Coping"; Ab. Ind., p. 271 (août 1927).
- Simonds (H.-R.): "Granite Polishing Industry in New England"; Ab. Ind., p. 179 (juil. 1928).

DRESSAGE ET SURFAÇAGE DU VERRE

- Lansing (K.-H.): "Lens Grinding" Ab. Ind., p. 89 (mars 1921).
- : "Glass Cutting"; Ab. Ind., p. 225 (juil. 1921).
- Gordon (R.-L.): "Abrasive Grading for Opticians"; Ab. Ind., p. 340 (oct. 1921).
- Lansing (K.-H.): "The Manufacture of Plate Glass-Abrasives used in Surfacing"; Ab. Ind., p. 53 (fév. 1922) et p. 85 (mars 1922).
- : "Polishing Glass"; Ab. Ind., p. 250 (août 1923).
- Knox (J.-D.): "Glass Beveling with Belt Abrasives"; Ab. Ind., p. 167 (juil. 1924).
- Hughes (E.-C.): "Automobile Glass Grinding"; Norton Co., Grits and Grinds, (1er sept. 1924).
- Horton (J.): "British Lens Grinding"; Ab. Ind., p. 45 (fév. 1925).
- Jones (L.-H.): "Optical Grinding" Ab. Ind., p. 84 (mars 1925).
- Gelstharp (F.): "Preparation of 'Flour' Abrasives for Glass Polishing"; Ab. Ind., p. 90 (mars 1925).
- : "Glass Grinding Abrasives"; Ab. Ind., p. 199 (juin 1926).
- : "Plate Glass Polishing"; Ab. Ind., p. 94 (mars 1926).
- : "Finishing Glass for Closed Cars"; Ab. Ind., p. 223 (juil. 1926).
- Hitchcock (H.-K.): "Recent Improvements in Glass Surfacing"; Ab. Ind., p. 182 (juil. 1928).
- : "Polishing of Glass Surfaces"; Ab. Ind., p. 36 (mai 1929).

JET DE SABLE

- Hitchcock (H.-K.): "Sand Blasting and Uses for Discarded Sand"; Ab. Ind., p. 129 (avril 1922) et p. 305 (oct. 1923).
- Simonds (H.-R.): "Sand Blasting Apparatus and Grain Sizes"; Ab. Ind., p. 172 et 195 (juin 1922); p. 147 (mai 1923); p. 279 (sept. 1923); p. 305 (oct. 1923).
- : "Sand Blasting Apparatus"; Ab. Ind., p. 230 (juil. 1922); p. 384 (déc. 1922); p. 253 (août 1923).
- : "Sand Blast Grain Sizes"; The Metal Industry, vol. 23, p. 110 (1923).
- : "Sand Blast Data Given"; Ab. Ind., p. 102 (avril 1924).
- Weigel (W.-M.): "Preparing Sands for Blasting Use"; Ab. Ind., p. 309 (déc. 1924).
- Orr (H.): "Sand Blasting Castings"; Ab. Ind., p. 367 (déc. 1925).
- Steinbach (F.-G.): "Foundry Sandblasting a True Abrasive Process"; Ab. Ind., p. 217 (août 1928).
- : "Letter Monuments by Sandblasting"; Ab. Ind., p. 279 (1er sept. 1927).

DESSABLAGE ET BRUNISSAGE

- Steinbach (F.-G.): "Tumbling Wire Parts for Polishing" Ab. Ind., p. 301 (oct. 1922).
- : "Tumbling Barrel Method for Brass Polishing"; Ab. Ind., p. 183 (juil. 1923).
- Lansing (K.-H.): "Abrasives Finish Steel Balls"; Ab. Ind., p. 207 (juil. 1923).
- : "Polishing Wire Parts by Tumbling"; Ab. Ind., p. 301 (oct. 1924).
- Schuldt (H.): "Grinding and Ball Burnishing"; Ab. Ind., p. 19 (janv. 1928).

RODAGE

- Schuldt (H.): "Laps and Steel Lapping"; Ab. Ind., p. 65 (juin 1922).
- Müeller (P.-M.): "Precise Cylindrical Lapping"; Ab. Ind., p. 295 (oct. 1925).
- Appleton (C.-T.): "Commercial Lapping Discussed"; Ab. Ind., p. 114 (avril 1926).
- Willis (H.-J.): "Uniform Abrasive Necessary for Gear Lapping"; Ab. Ind., p. 19 (janv. 1929).
- Carson (J.-A.): "Lapped Bearing Surfaces Assure Correct Lubrication"; Ab. Ind., p. 31 (mai 1929).

ABRASIFS MÉTALLIQUES

Grenaille et acier broyé

- Willis (H.-J.): "Metallic Abrasives, Their Various Applications and Uses"; Ab. Ind., p. 183 (juil. 1924).
- : "Crushed Iron and Steel Abrasives"; Ab. Ind., p. 148 (mai 1926).
- : "Testing of Steel Shot"; Ab. Ind., p. 195 (juil. 1928).
- American Steel Abrasive Co.: Plaquelette intitulée: "Uses and Testing Steel Shot", 1928.

Paille d'acier

- : "Characteristics and Uses of Steel Wool"; Ab. Ind., p. 257 (oct. 1924).
- : "Manufacture and Uses of Steel Wool"; Ab. Ind., p. 25 (janv. 1926).
- Field (Crosby): "The Steel Wool Industry"; Mechanical Eng. (déc. 1927).
- "Steel Wool now Manufactured by Automatic Machines"; Ab. Ind., p. 168 (juin 1928).

MEULES ARTIFICIELLES À DÉFIBRER

- Norton Co.: "Grits and Grinds"; Bul. mens. (fév. 1925) et (nov. 1926).

ESSAI DES ABRASIFS

- Jenks (C.-N.): "Tests for Abrasive Purposes"; Min. Ind., vol. IV, p. 15-18 (1895).
- Emerson (W.-H.): "Abrasive Tests on Corundum"; Am. Inst. Min. Eng., vol. XXIX, p. 230-248 (1900).
- Barlow (A.-E.): "Corindon", (Extraits des essais précités et autres); Com. géol., Canada, Mém. 57, p. 113-116 (1915).
- Jacobs (F.-B.): "Abrasives and Abrasive Wheels" (Essai des papiers abrasifs); pub. par N.-W. Henley Pub. Co., N.Y., p. 171 (1919).
- Yates (R.-F.): "Testing the Efficiency of Grinding Wheels"; The Iron Age, p. 941 (1er avril 1920).
- Wagner (H.-W.): "Grinding Wheel Tests" (aussi courroies); Ab. Ind., p. 145 (août 1922); p. 282 (sept. 1922).
- : "Natural Abrasive Tests"; Ab. Ind., p. 243 (août 1922).
- Lewis (Dartrey): "Abrasive Tests and Polishing Materials" (publ. très détaillée); British Non-Ferrous Research Association, Birmingham, bull. n° 7 (fév. 1923); extraits dans Metal Industry, p. 211 (2 mars 1923) et dans Ab. Ind., p. 201 (juil. 1923).
- Adams (R.-H.): "Coated Abrasive Tests and Comparisons"; Ab. Ind., p. 104 (avril 1923); voir aussi "Sanding Facts", pub. par H.-H. Barton & Son, Pa.
- Duggan (M.-E.): "Sanding Test Machine"; Ab. Ind., p. 125 (avril 1923).
- : "The Properties of Abrasive Materials" (National Research Council, Washington); Ab. Ind., p. 258 (sept. 1923).
- Bowman (F.-D.): "Polishing Wheel Tests"; Ab. Ind., p. 285 (oct. 1923).
- Hatch (Lloyd): "Coated Abrasive Tests"; Ab. Ind., p. 140 (juin 1924).
- Jenkinson (J.-R.): "The Abrasion of Metals by Fixed Abrasives"—"Tests on Abrasive Papers": Partie I, N° 34, 'At Low Pressure and Speeds' (oct. 1923); Partie II, N° 50, 'At High Pressure and Speeds' (juin 1924); British Non-Ferrous Metals Research Association, Birmingham.
- Manning Co.: "Testing Abrasives"; Ab. Ind., p. 128 (avril 1926).
- : "Test Abrasives", (Essai de la grenaille); Ab. Ind., p. 195 (juil. 1923).
- : "Mechanically Testing the Hardness of Grinding Wheels"; Ab. Ind., p. 43-44 (mai 1929).

NOTICES INDUSTRIELLES SPÉCIALES SUR LES ABRASIFS ET ET LEURS APPLICATIONS

MEULES ET USAGES

- Norton Co.: "Grinding Wheel Information", 31 pages; "Snagging", 19 pages; "Re-grinding of Machine Knives", 14 pages; "Grinding Wheels", 30 pages; "Saw Sharpening", 28 pages; "Storage, Handling, and Supervision of Grinding Wheels", 16 pages; "Commercial Diamonds for Truing Grinding Wheels", 10 pages; "The Balancing of Grinding Wheels", 19 pages; "Bushing Grinding Wheels", 11 pages; "Factors Affecting Grinding Wheel Selection", 23 pages.
- Carborundum Co.: "Carborundum and Aloxite", 224 pages; "Grading of Wheels for all Classes of Grinding", 28 pages; "Green Carborundum Dental Goods", 19 pages.
- New York Belting and Packing Co.: "Vulcanite and Corundite Grinding Wheels" (meules agglomérées au caoutchouc), 22 pages.
- Abrasive Co.: "Abrasive Products for the Foundry", 30 pages.
- Walter (C.) Gold Co.: "Keystone Grinding Wheels", 23 pages.
- The Cleveland Stone Co.: "The Art and Science of Grinding", 52 pages; "What do you know about Grinding Wheels" (Quarante questions et réponses, par un expert).

ABRASIFS EN GRAINS ET EN POUDRE

- Manning Abrasive Co.: "Manning Speed Grits"—covering 'Paper and Cloth', 31 pages; "Waterproof Sandpaper", 7 pages; "Disk Grinding", 12 pages; "Belt Grinding", 12 pages; "Making Sander Belt Joints", 7 pages; "Factory Facts about Glue and Grit", 36 pages; "The Difference Book", 31 pages.
- Carborundum Co.: "Carborundum Products for the Shoe Trade", 41 pages.
- Baeder-Adamson Co.: "Sand Papers for all Uses", 36 pages.
- H.-H. Barton & Son: "Sanding Facts", 12 pages.
- U. S. Sandpaper Co.: "Fast Cutting Mineral Abrasives", 34 pages.

DRESSAGE DE LA PIERRE

- Carborundum Co.: "Carborundum Products for the Stone Trade", 32 pages.
- Harrison Supply Co.: "The Science of Marble Cleaning", 5 pages.
- Walter (C.) Gold Co.: "Grinding and Finishing Materials for Monumental Works", 16 pages.

VERRE

- Bausch and Lomb Optical Co.: "The Making of an Eye-Glass Lens", 15 pages; "Helpful Hints for the Busy Optician", 55 pages.
- Walter (C.) Gold Co.: "Materials for Mirror and Glass Beveling Works", 6 pages; "Finishing Materials for Cut Glass Works", 6 pages; "Grinding and Finishing Materials for Opticians", 7 pages.
- Carborundum Co.: "Carborundum Products for the Glass Trade", 27 pages.

POLISSAGE AU BUFFLE

- Divine Bros.: "Buffing Wheels", 25 pages; "Abrasive Metal Finishing Equipment" (Excellentes descriptions des disques en buffle, leurs usages, la composition du buffle et l'application appropriée de la colle), 119 pages; "Standardized Abrasive Finishing Processes", 13 pages.

- F.-B. Stevens: "Buffing Compositions" (Donne la composition et l'application appropriée des matériaux), 240 pages.
- A.-P. Munning Co.: "Cat. No. 10 (Donne les détails des divers buffes, leur composition et leur application), 275 pages.
- Walter (C.) Gold Co.: "Polishing Materials", 37 pages; aussi diverses brochures sur les "disques et les substances à polir".
- Norton Co.: "Metal Polishing", 27 pages.

ABRASIFS MÉTALLIQUES

- American Steel Abrasive Co.: Brochure: "Uses and Testing of Steel Shot".
- T.-H. Rhodes Co.: "The Story of Steel Wool", 9 pages.
- Walter (C.) Gold Co.: "Steel Abrasives for Stone and Sand Blasting", 9 pages.

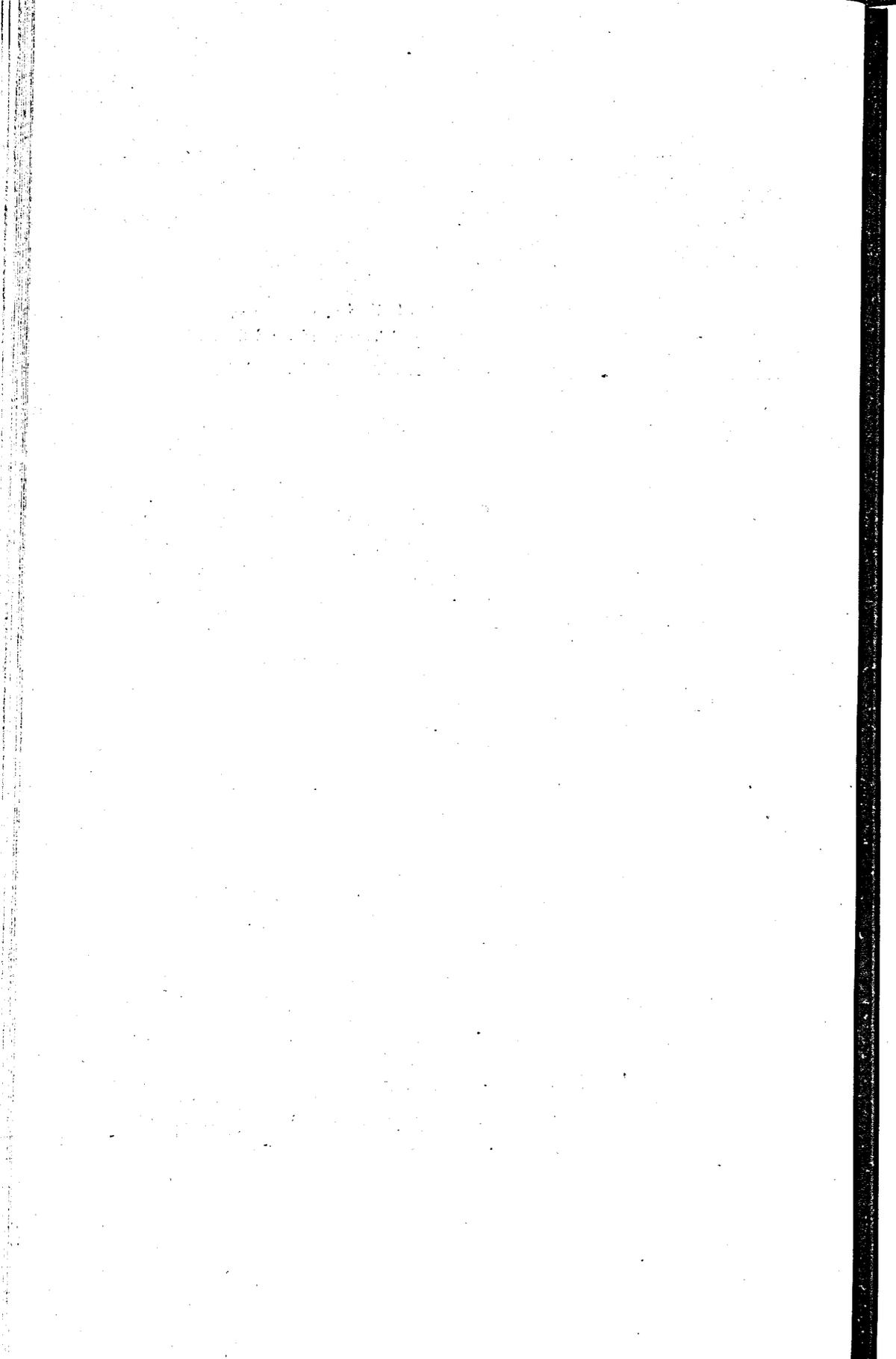
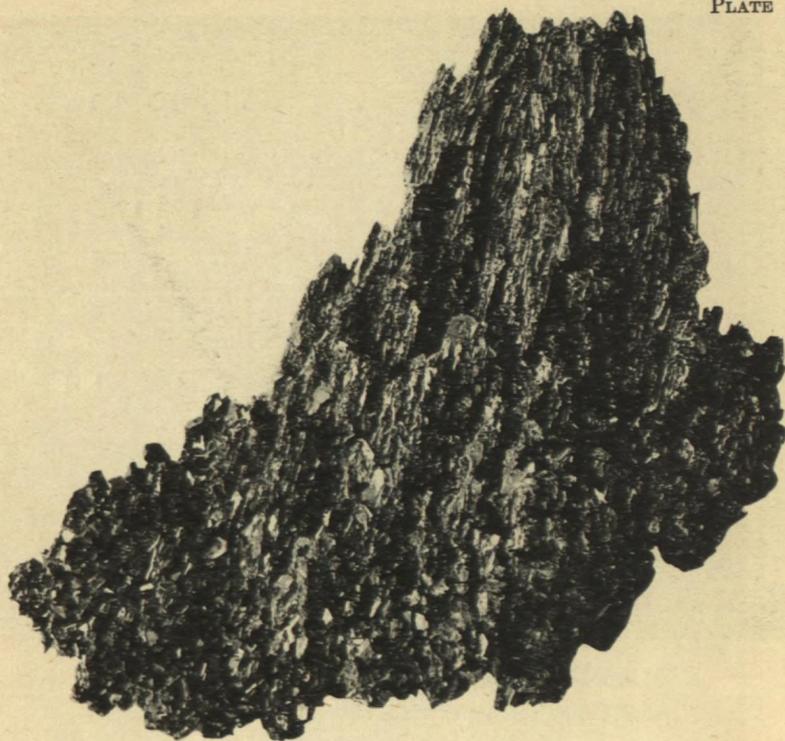


PLANCHE II

PLATE II



Typical silicon carbide.
Siliciure de carbone caractéristique.



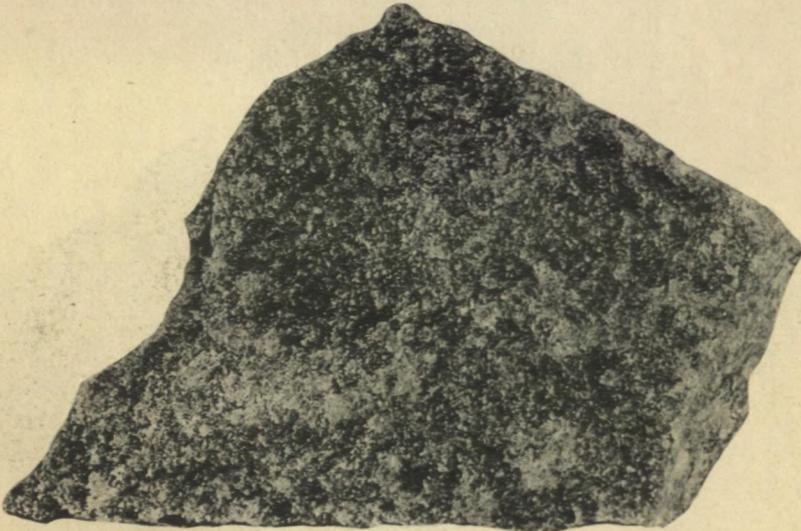
Regular fused alumina.
Alumine fondue régulière.



PLANCHE III
PLATE III



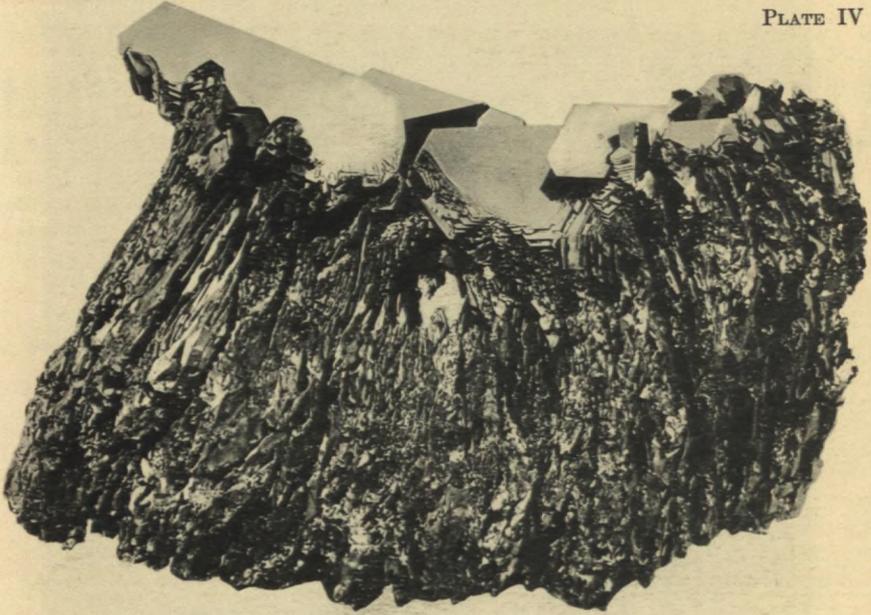
A. Special fused alumina made from amorphous alumina.
A. Alumine fondue spéciale obtenue d'alumine amorphe.



B. Special fused alumina made from natural corundum.
B. Alumine fondue spéciale obtenue de corindon naturel.

PLANCHE IV

PLATE IV



Highly developed silicon carbide crystals
Cristaux parfaits de siliciure de carbone.



Fused alumina crystals. (Magnified, 4 diam.)
Cristaux d'alumine fondue. (Grossis 4 fois.)

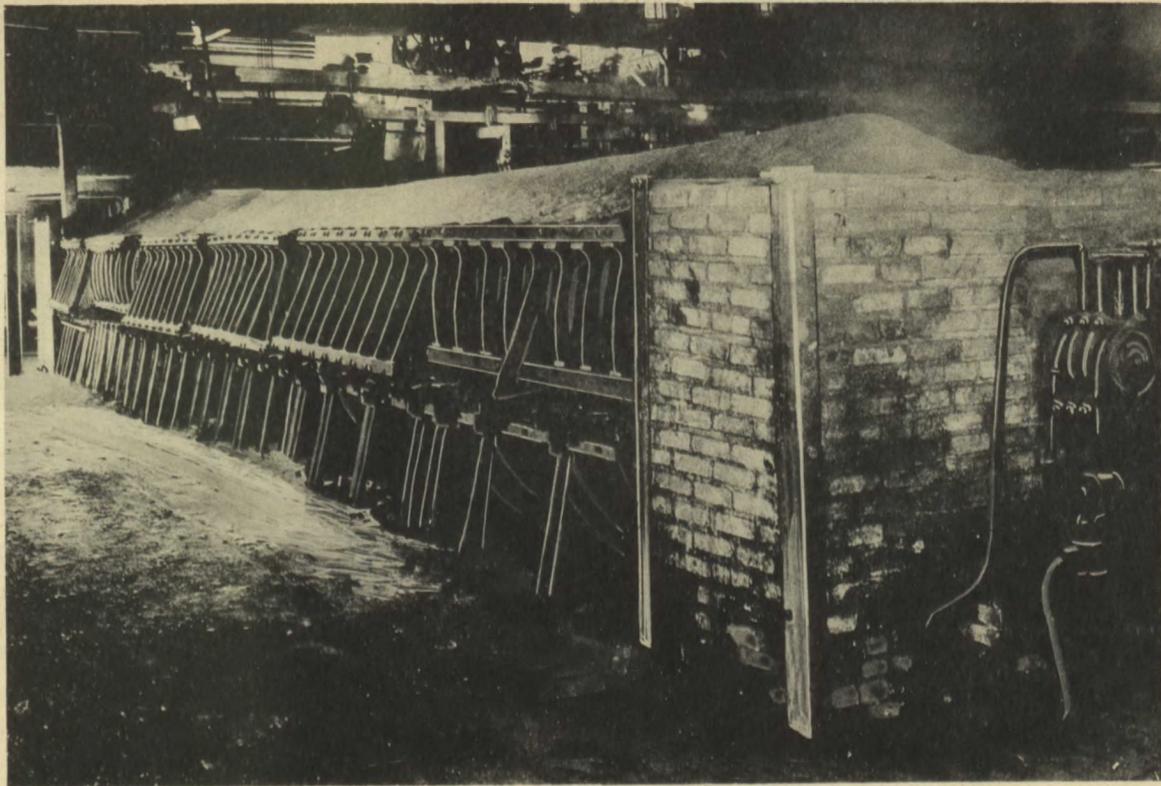


Photo by Carborundum Co.

Silicon carbide furnace loaded and ready to burn, showing electrodes and construction of removable sides.

Four à siliciure de carbone chargé et prêt à la cuisson, montrant les électrodes et la construction des côtés amovibles.

PLANCHE VI

PLATE VI

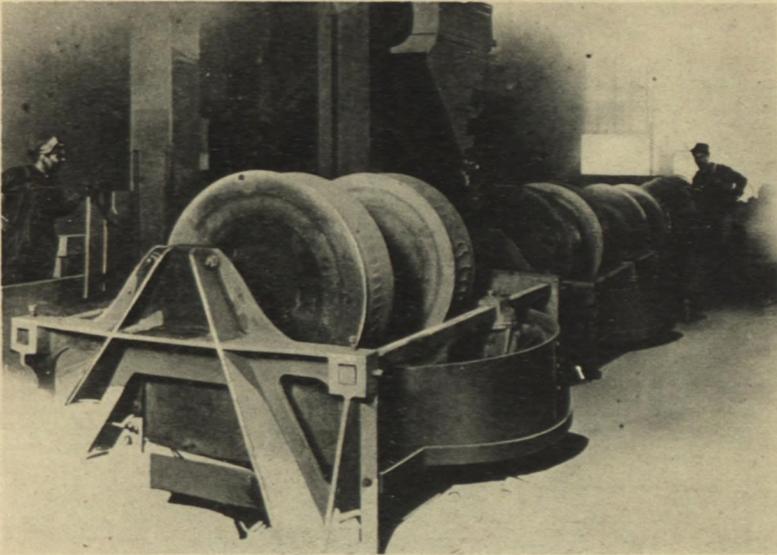


Photo by Carborundum Co.

A. Pan mill used for crushing crude silicon carbide.

A. Cuve à broyer le siliciure de carbone brut.

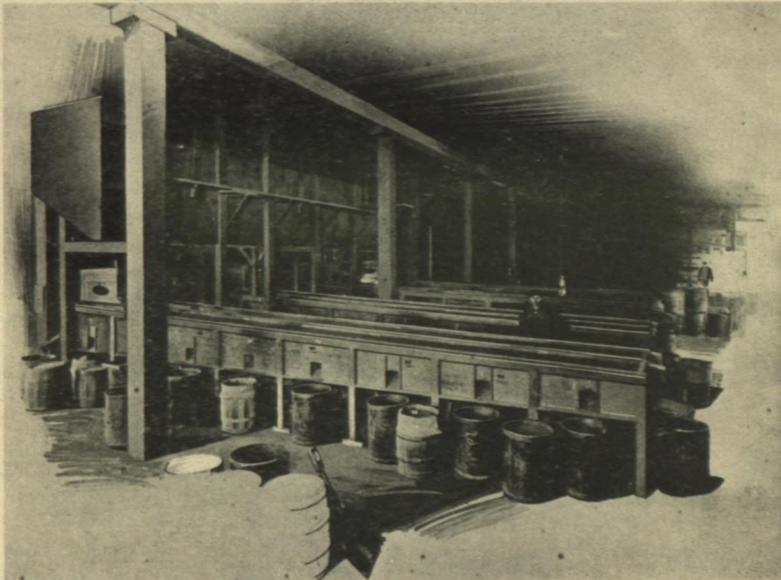
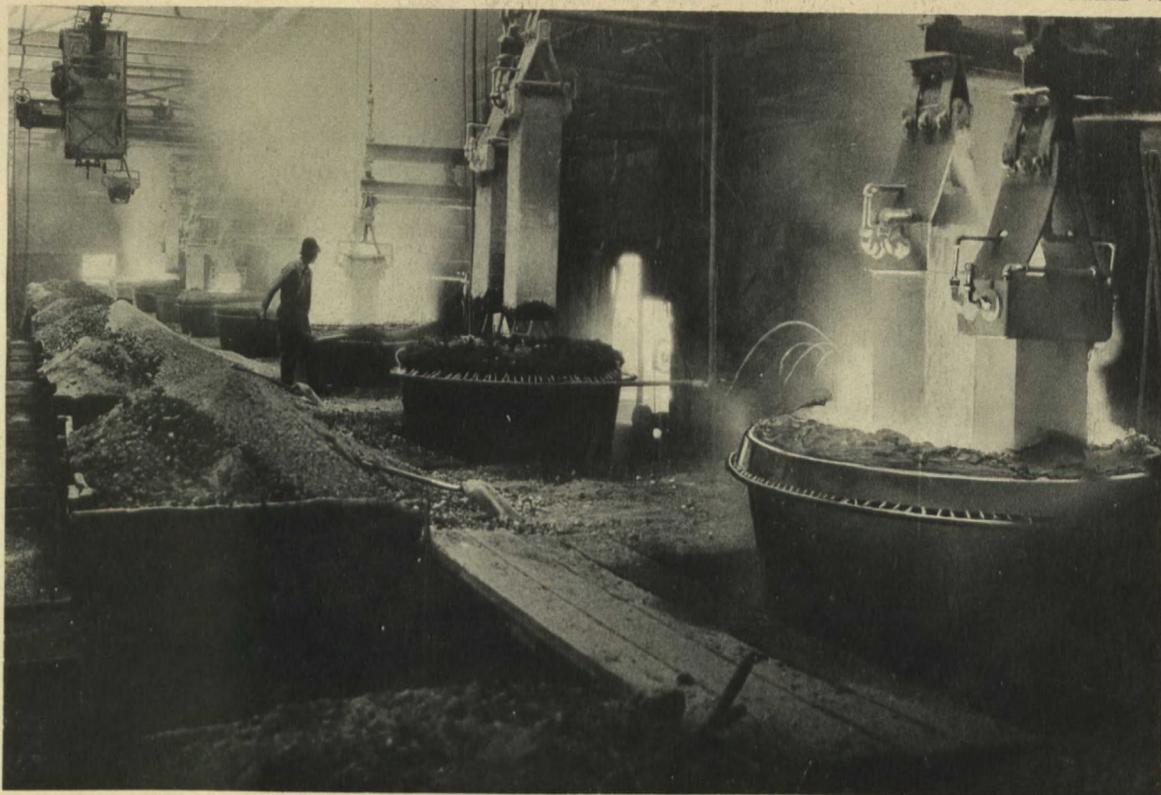


Photo by Carborundum Co.

B. Grading abrasive grains by screening.

B. Classement des grains abrasifs par tamisage.



Fused alumina furnace (Hutchins type) in operation.
Four à alumine fondue (type Hutchins), en marche.

Photo by Carborundum Co.

PLANCHE VIII
PLATE VIII



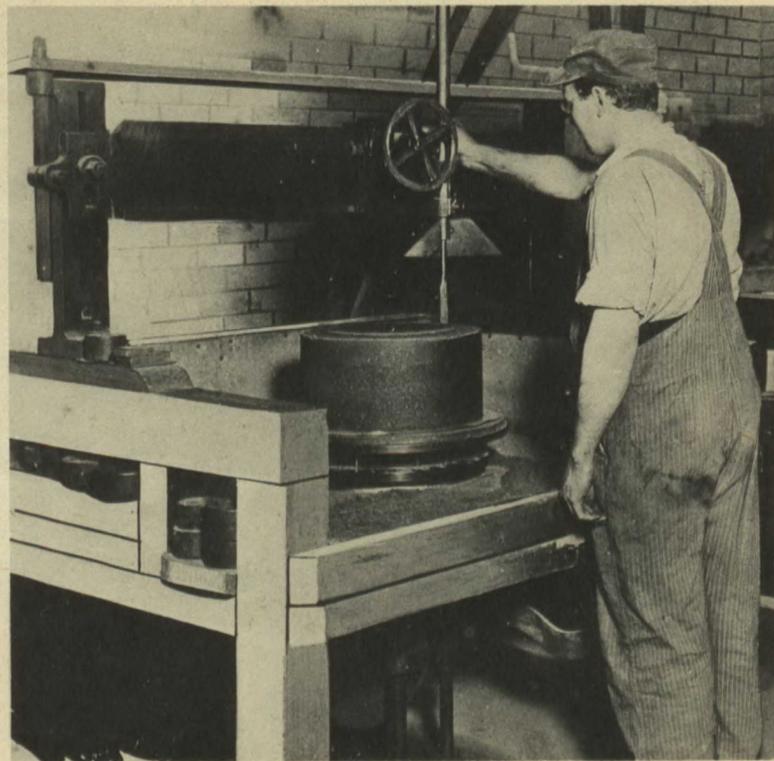
Photo by Carborundum Co .

Grinding wheel manufacture—Vitrified puddled process: mixing kettles (left), and wheel ring-moulds with “batts” (right).

Fabrication des meules—vitrification par puddlage: cuves de malaxage (à gauche) et moules circulaires (à droite).



A



B

Photo by Carborundum Co.

Grinding wheel manufacture—Vitrified process: A. Loading large wheels into kiln, showing sectional “saggers.”
B. “Shaving” cylinder wheel blanks.

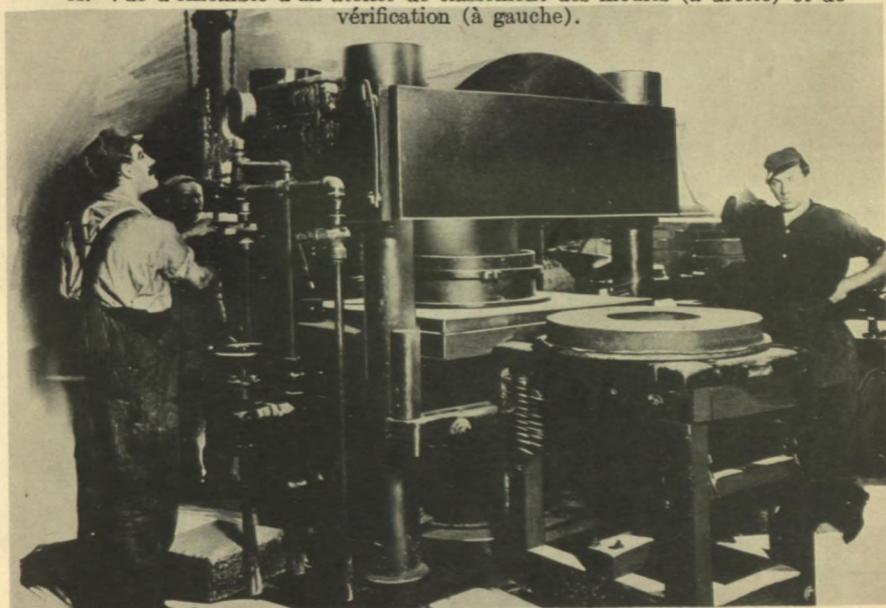
Fabrication des meules—vitrification: A. Chargement de grosses meules dans le four, montrant les cazettes à sections.
B. Ebarbage des meules cylindres vertes.



Courtesy Norton Co.

A. General view of a wheel grading (right) and inspection (left) department.

A. Vue d'ensemble d'un atelier de classement des meules (à droite) et de vérification (à gauche).



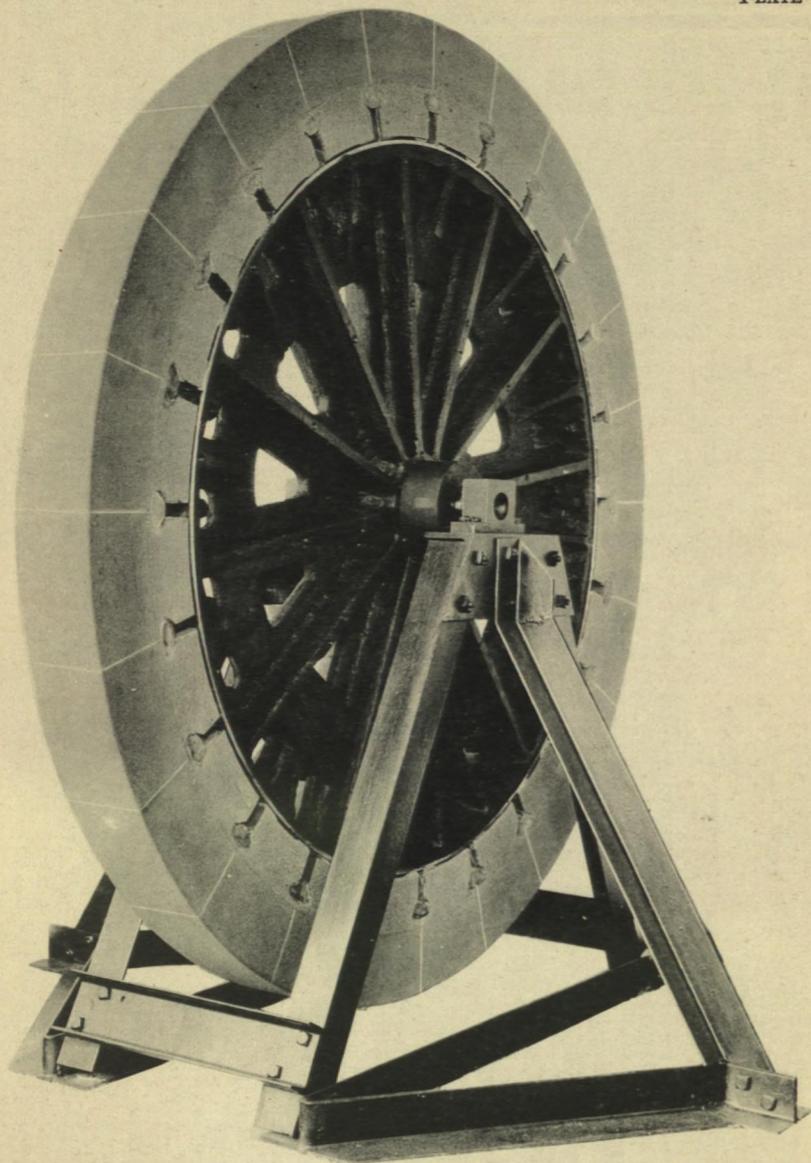
Courtesy Carborundum Co.

B. Hydraulic machine for moulding and pressing wheels made by elastic process.

B. Presse hydraulique pour le moulage et la compression des meules à agglomérant élastique.

PLANCHE XI

PLATE XI

*Photo by Norton Co.*

A 72- by 6-inch grinding wheel.
Meule de 72" sur 6".

PLANCHE XII
PLATE XII

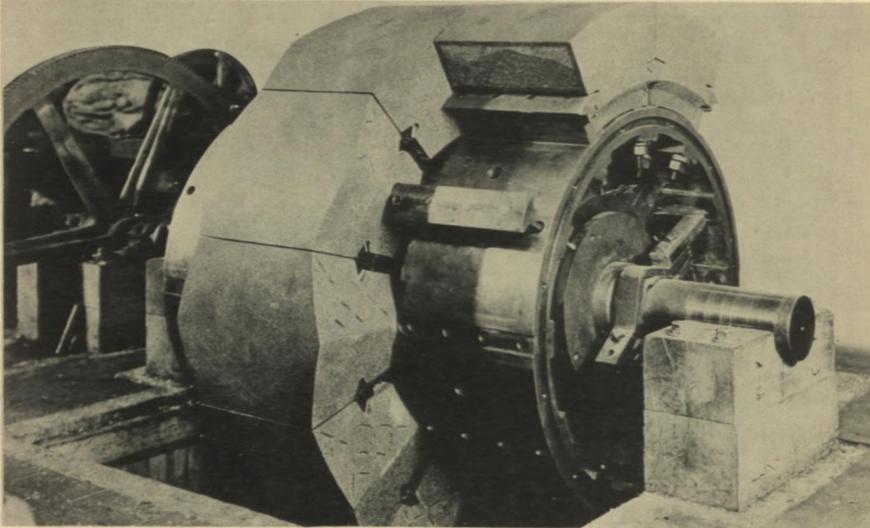


Photo by Norton Co.

- A. Artificial pulpstone showing segmental construction.
A. Meule à défibrer la pulpe, construite par segments.

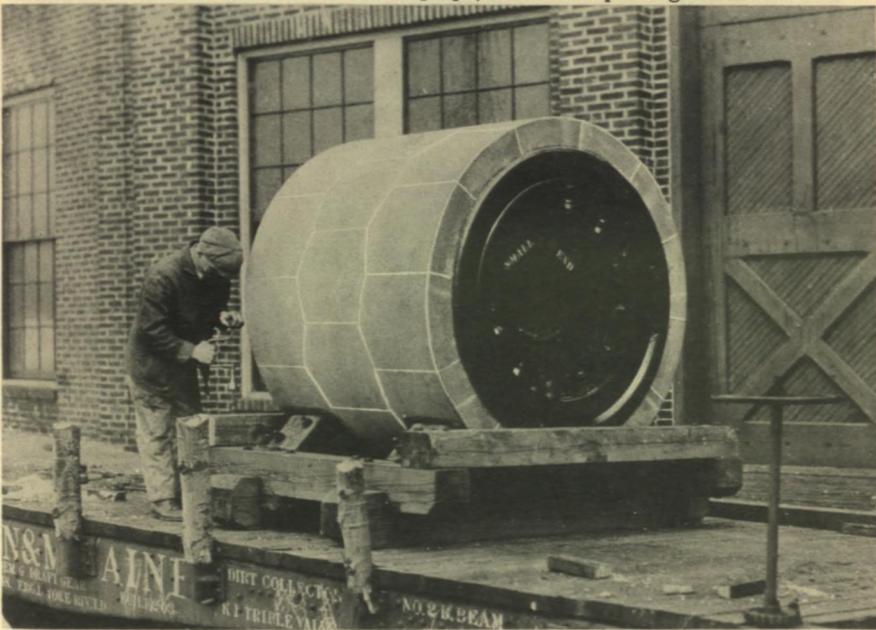
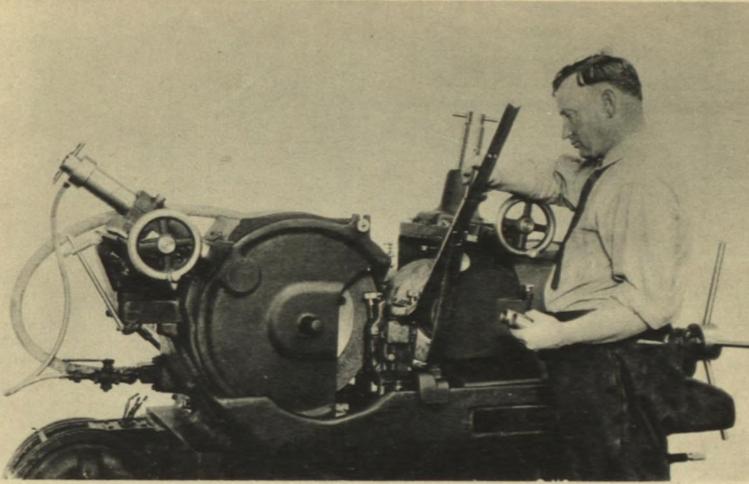


Photo by Norton Co.

- B. A finished, 62- by 54-inch pulpstone.
B. Meule à défibrer de 62" sur 54".



A. Centreless grinding machine.
A. Machine à rectifier sans centre.

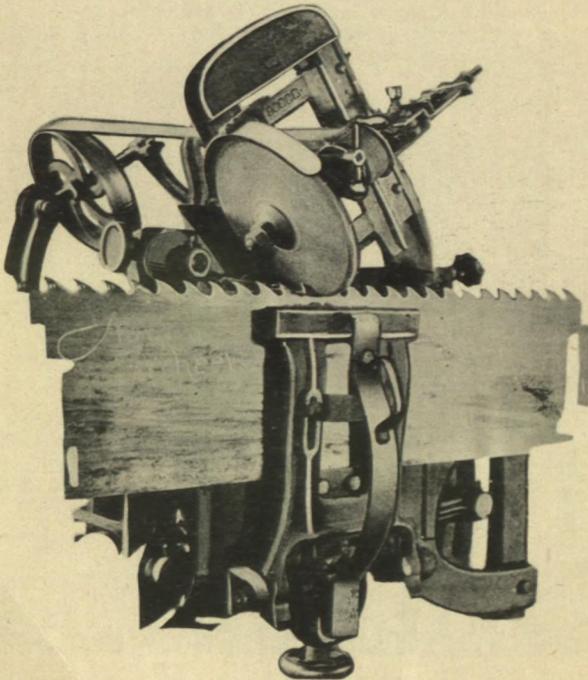


Photo by Norton Co.

B. A band-saw sharpening or "gumming" machine in operation.
B. Machine à affûter les scies à ruban ou à échancre les dents.

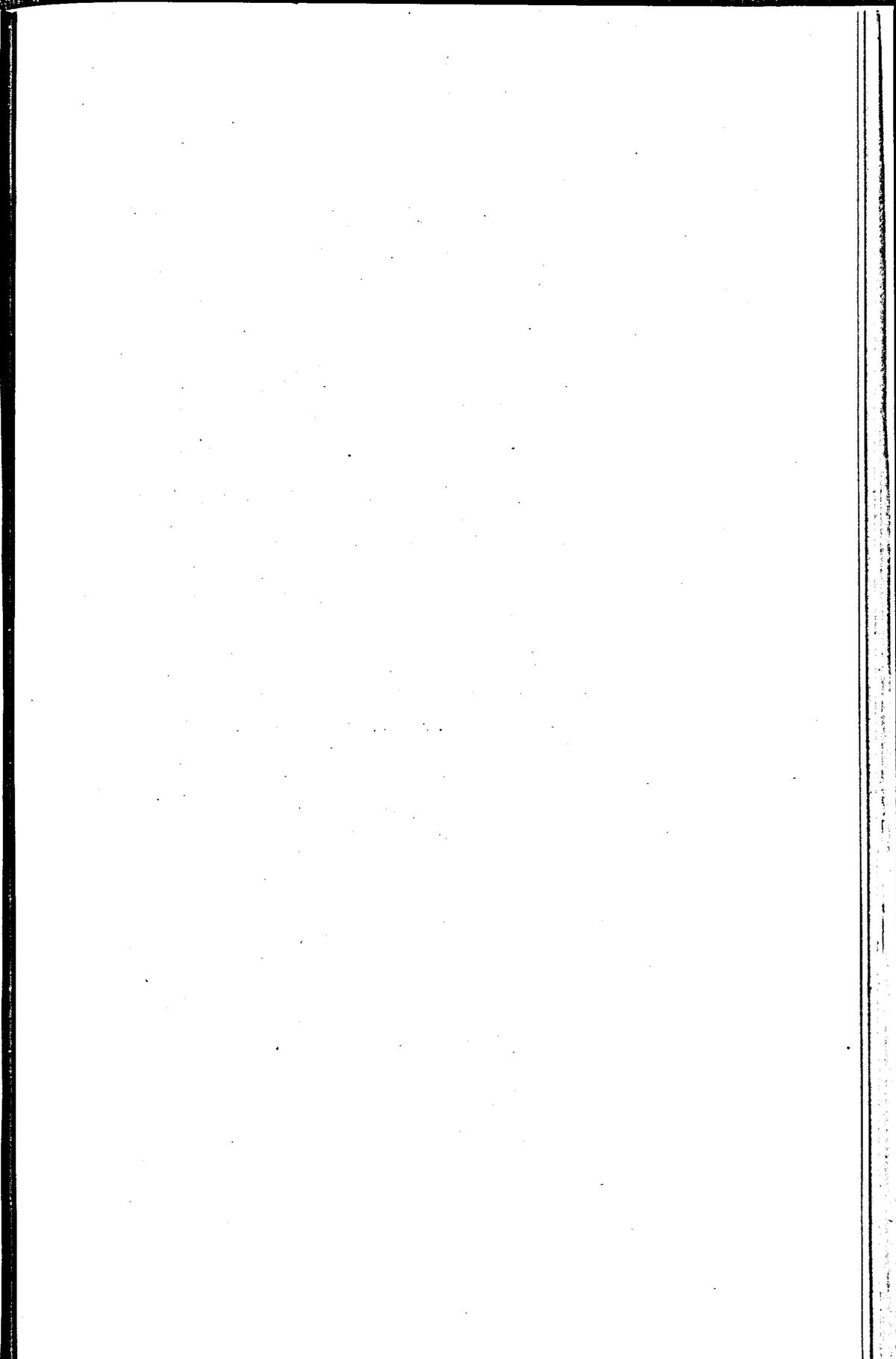


PLANCHE XIV

A. Fabrication du papier abrasif: la machine à enduire montrant le cylindre de papier; la machine à imprimer; l'auge à colle et la trémie alimentant les grains abrasifs, à l'arrière, plan de droite.

B. Séchage après l'encollage, montrant les festons de papier cheminant sur des supports mobiles.

PLATE XIV

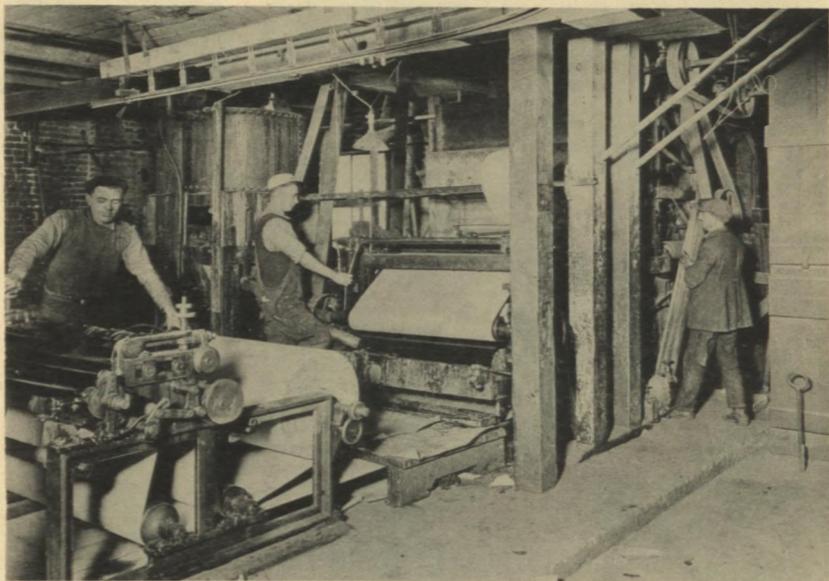


Photo by Baeder-Adamson Co.

A. Abrasive coated paper manufacture: The "making" machine showing paper roll; printing machine; glue trough, also abrasive grit feed hopper in right background.

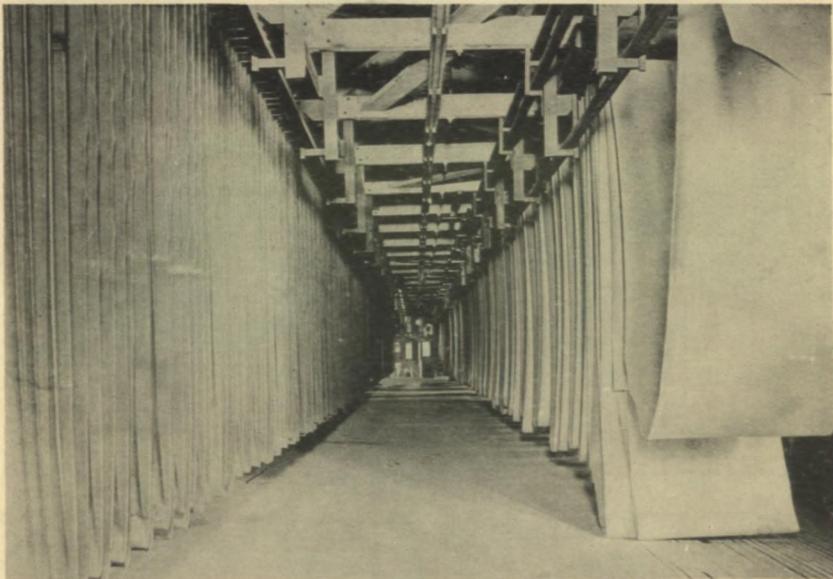
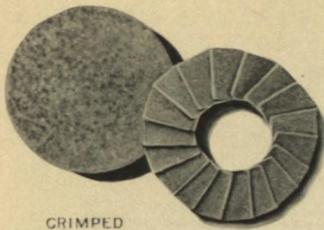
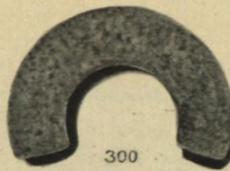


Photo by Baeder-Adamson Co.

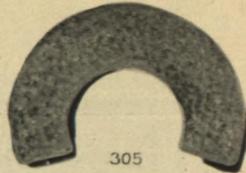
B. Drying after sizing showing festoons on the travelling racks.



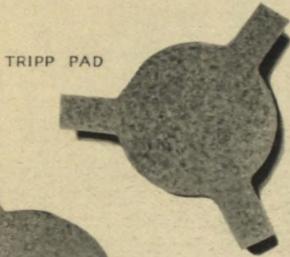
CRIMPED PNEUMATIC PAD



300



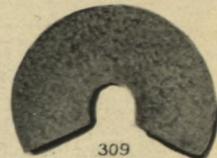
305



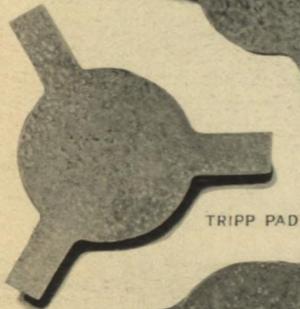
TRIPP PAD



301



309



TRIPP PAD



303



313



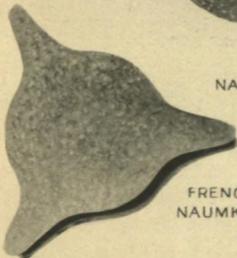
NAUMKEAG PAD



304



307



FRENCH NAUMKEAG

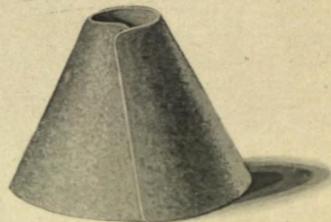


308



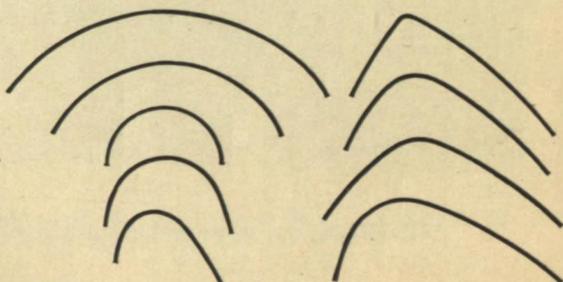
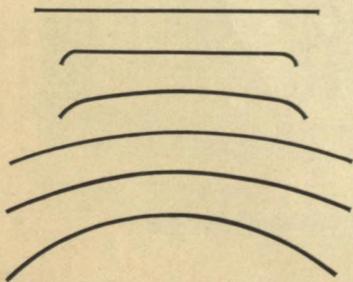
311

SILICON CARBIDE PAPER HEEL BREASTERS AND CONES



SILICON CARBIDE PAPER EMERSON CONE

SILICON CARBIDE CLOTH PADS



SILICON CARBIDE PAPER OR CLOTH MOULDED SHAPES FOR HEEL SCOURING

PLANCHE XV

Tampon pneumatique
plissé

Tampon Tripp

Tampon Tripp

Croissants et cônes en papier de siliciure de
carbone pour polir l'avant des talons

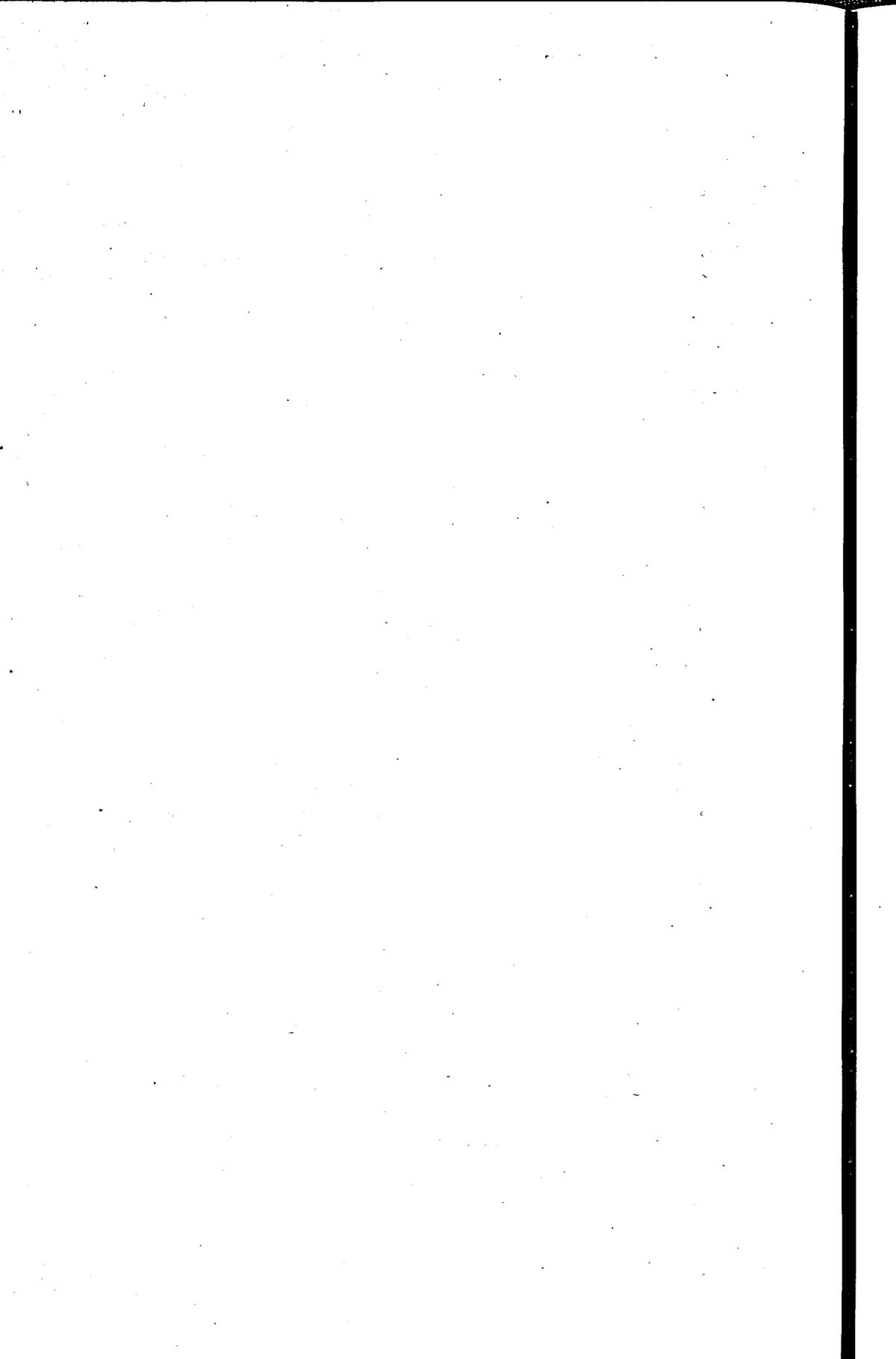
Tampon Naumkeag

Naumkeag
français

Tampons toiles de siliciure de
carbone

Cône Emerson en papier de siliciure de
carbone

Formes moulées de papier ou toile de siliciure de carbone pour polir les talons.



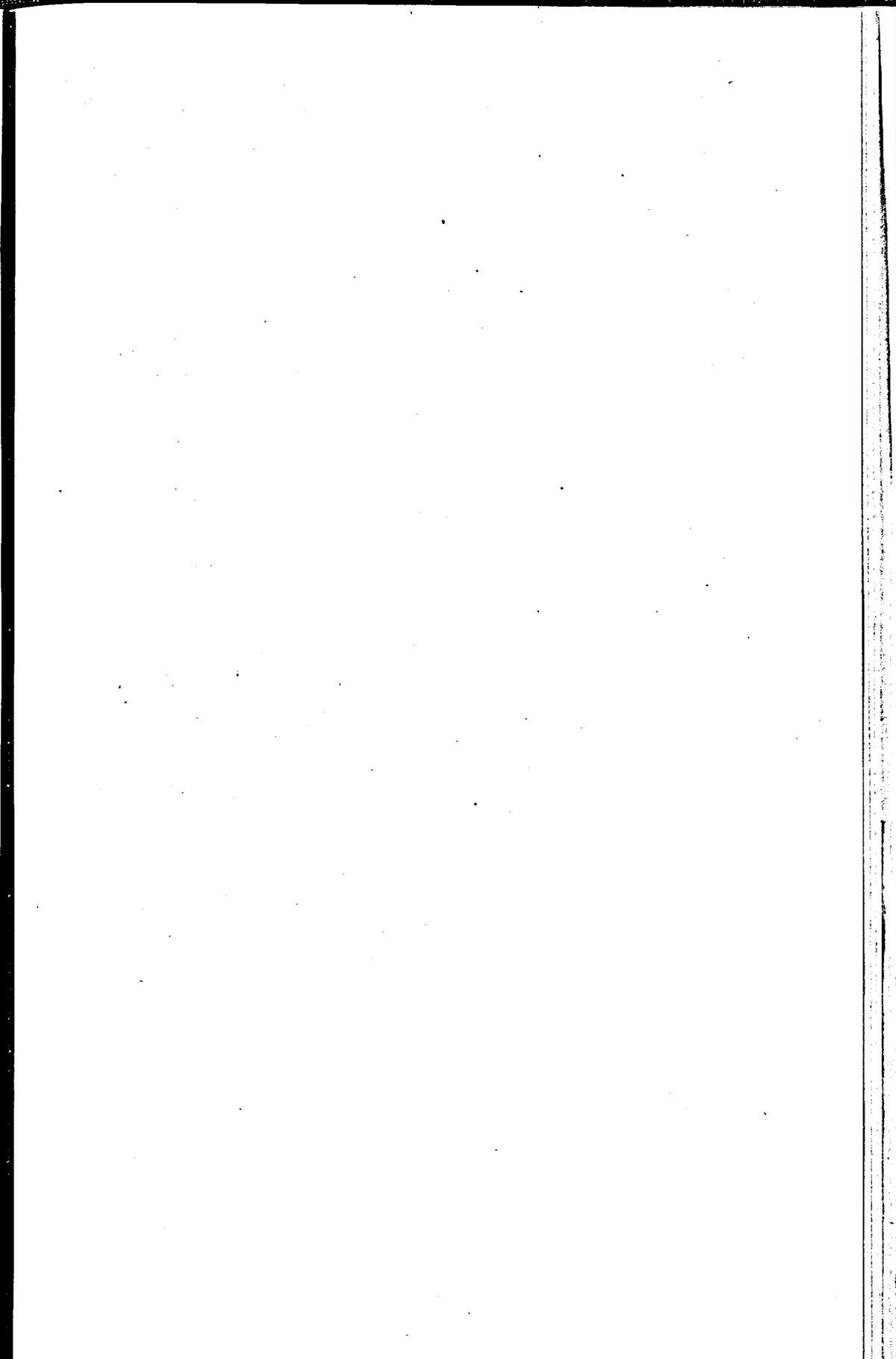


PLANCHE XVI

Meules en

Peau de mouton

Cuir à surface
lisse

Peau de morse

Ajourée en peau
de mouton

Cuir pressé

Feutre

Bois à surface
de cuir

Disques de cuir de
cou de bœuf

Cuir pressé, à face
latérale

Cuir pressé, à
centre d'acier

Bois à surface
de cuir

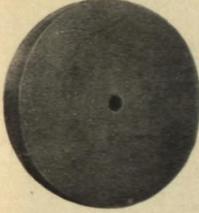
Cuir pressé

Spéciales en cuir pressé

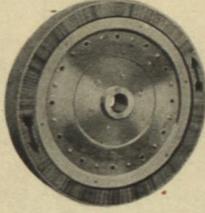
Divers modèles de meules flexibles.

PLATE XVI

SHEEPSKIN WHEEL



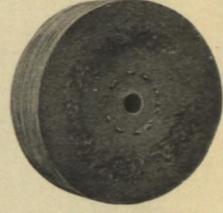
COMPRESS STRAP FACE LEATHER WHEEL



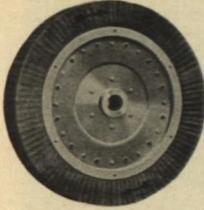
WALRUS WHEEL



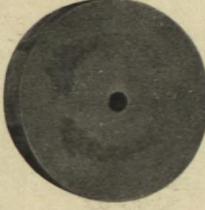
SHEEPSKIN OPEN WHEEL



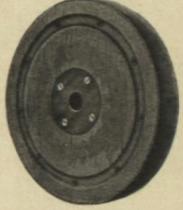
COMPRESS LEATHER WHEEL



FELT WHEEL



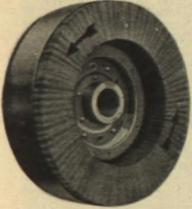
WOOD WHEEL LEATHER FACED BALANCED



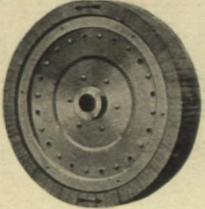
BULL-NECK LEATHER DISK WHEEL



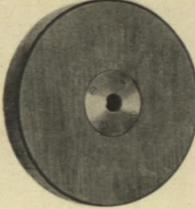
COMPRESS LEATHER 'SIDE FACE' WHEEL



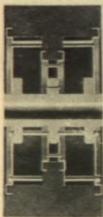
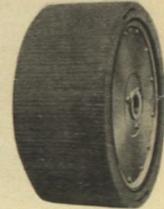
COMPRESS LEATHER STEEL CENTRE



PLAIN WOOD WHEEL LEATHER FACED



COMPRESS LEATHER



COMPRESS LEATHER SPECIALS



VARIOUS DESIGNS OF FLEXIBLE WHEELS

PLANCHE XVII

PLATE XVII

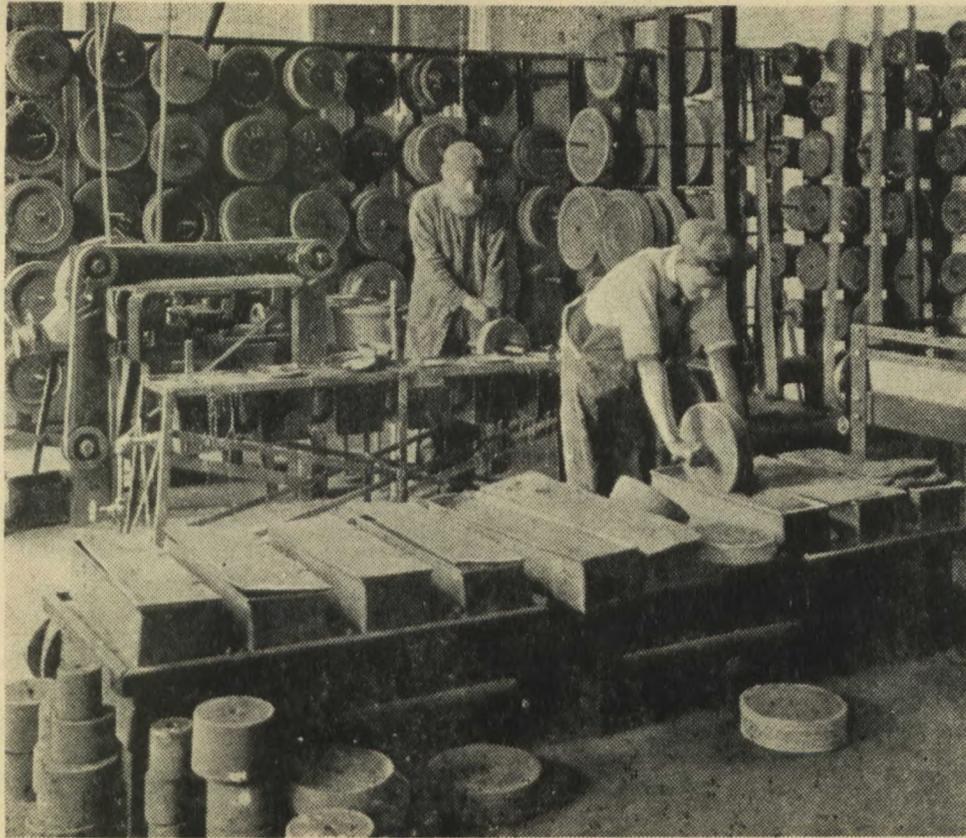


Photo by Norton Co.

A well arranged setting-up room for flexible wheels.

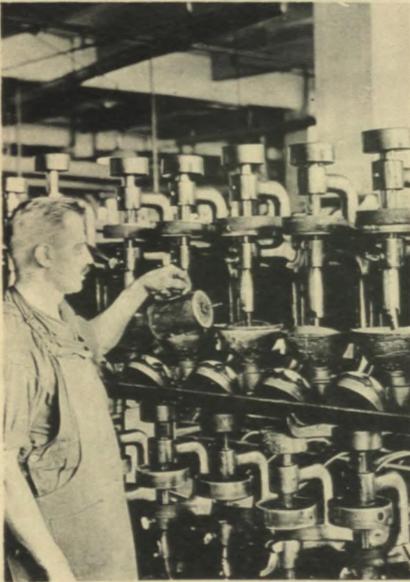
Bonne disposition d'une salle de montage des meules flexibles

PLANCHE XVIII
PLATE XVIII



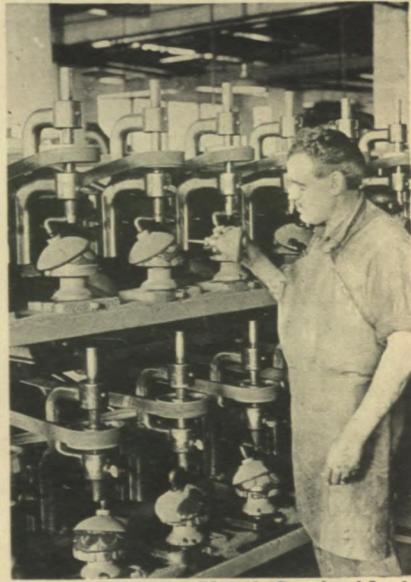
A

Lens grinding and polishing; preparing and blocking lenses.
Meulage et polissage des lentilles; préparation et achromatisation.



B

Lens polishing machine in operation showing concave and convex grinding and draining off the rouge.

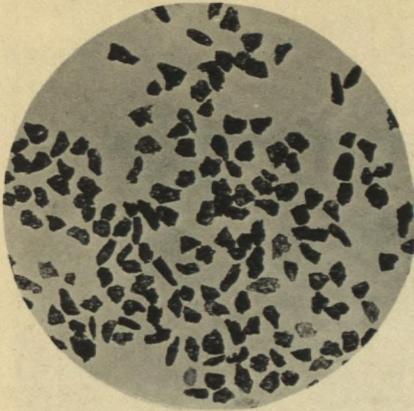


C

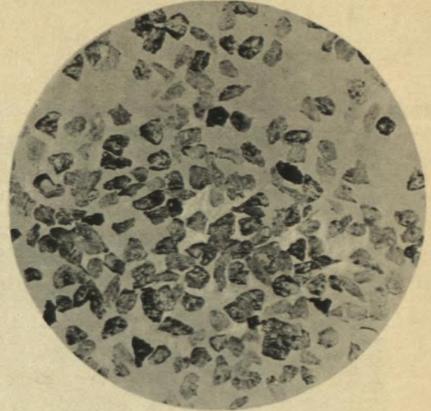
Machine à polir les lentilles en travail, montrant le meulage concave et convexe et l'enlèvement du rouge.

Photos by Bausch and Lomb Co.

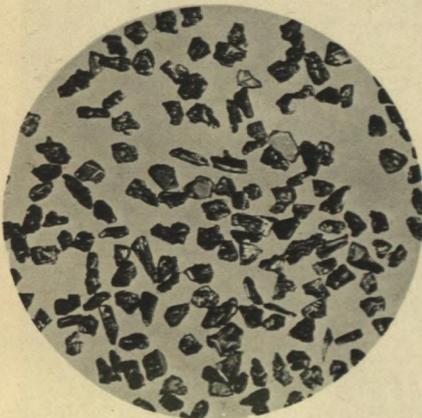
PLANCHE XIX
PLATE XIX



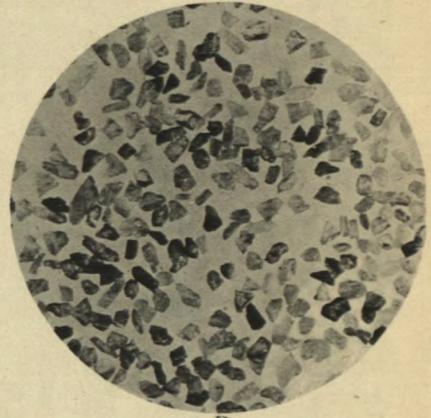
A



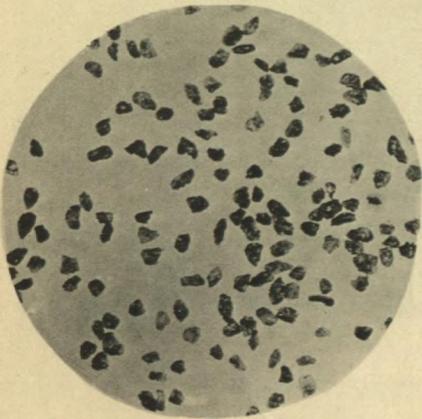
B



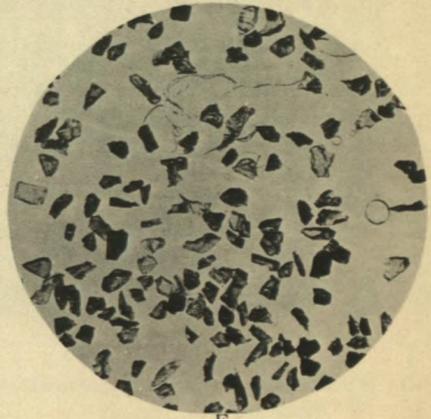
C



D



E

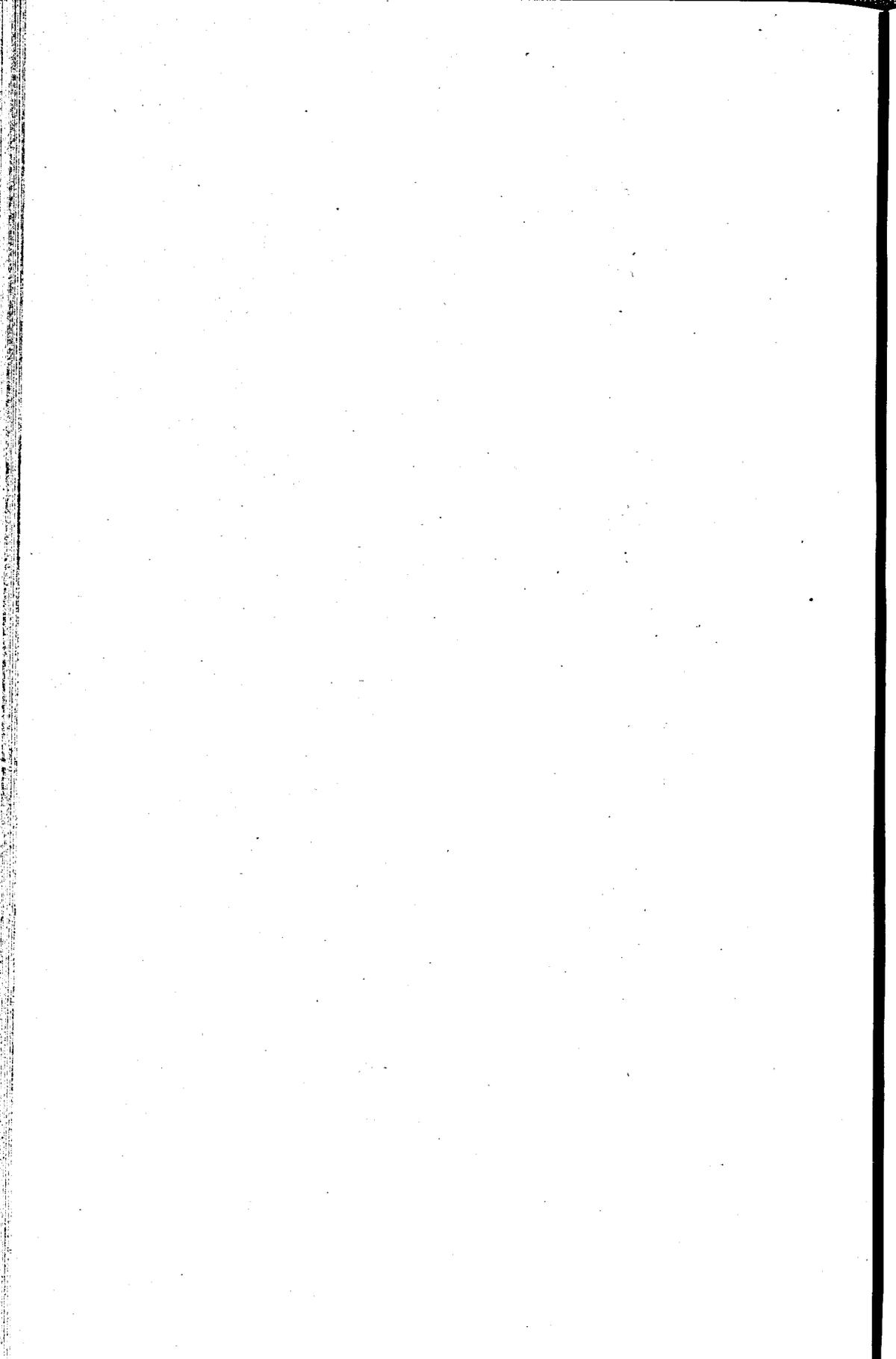


F

PLANCHE XIX

Microphotographies de grains abrasifs (grains 36 à 56: grossis de 5 à 7 fois).

- A. Alumine fondue régulière.**
- B. Alumine fondue spéciale (de corindon naturel).**
- C. Siliciure de carbone.**
- D. Corindon naturel (Amérique du Sud).**
- E. Emeri naturel américain.**
- F. Grenat naturel (North-River, N.-Y.).**



INDEX

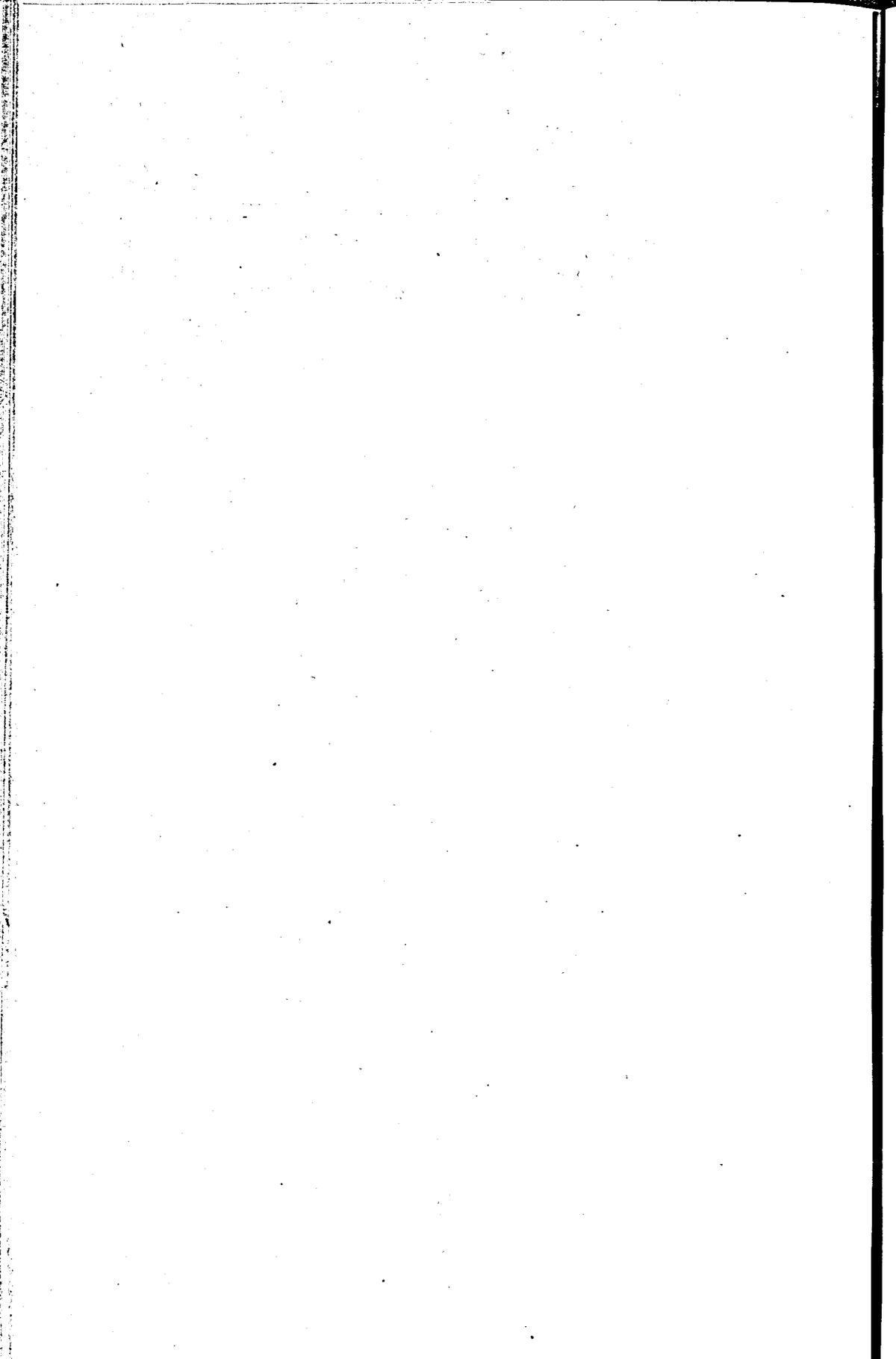
	PAGES		PAGES
Abrasifs alumineux. Voir Alumine fondue.		Propriétés	16, 17
Artificiels: définition et énumération	1	Types spéciaux	28, 29
Employés pour le polissage au buffe	98	Aluminium employé dans l'alumine fondue	33
Enduits abrasifs	83	Oxyde, voir Alumine fondue.	
Métalliques:		Aluminium-soufre (procédé), pour tremper l'alumine fondue...	34
Production en Amérique.....	40	"Alundum": analyse et usages....	29, 38, 61
Sortes et fabrication.....	112-115	American Steel Abrasive Co.: brochure citée	113
Papiers, voir Papiers abrasifs.		Ampère Electrochemical Co.....	18
Abrasifs Co.:		Baeder-Adamson Co.	76
Brevets	32	Bakélite (meules agglomérées à la):	
Installation et produits	38	Choix de l'abrasif	61
Acheson (Dr E.-G.):		Fabrication	52
Découverte du silicure de carbone	3	Usages	52
Four et profil	4, 5	Vitesse de travail des meules....	68
Acide borique (procédé), pour l'alumine fondue	31	Baraduc-Müller (L.): méthode d'analyse du silicure de carbone	15
Acier (billes d'), pour le dessablage au tonneau	108	Barclay (Henry): meule d'émeri...	42
Acier broyé: fabrication et usages..	112, 113	Bateman (A.-H.): rap. cité.....	42
Affûtage des couteaux, vitesse de la meule	68	Batz (Baron R. de): travaux de recherches	6
Affûtage des scies	75	Bauxite:	
Photo de la machine.....	140	Consommation canadienne dans les abrasifs artificiels	39
Agglomérants des meules....	42, 44, 45	Employée dans l'alumine fondue..	18, 25
Affectant le choix des meules....	61	Behr (Herman) & Co.....	95
Bakélite	52	Béryl (procédé au), pour l'alumine fondue	33
Caoutchouc	53	Bijouterie: emploi du rouge.....	102
Elastique (gomme laque)	52	du silicure de carbone	5
Employés dans le montage des meules cylindriques	67	Bolyea (B.): rap. cité.....	44
Silicate	49	Brantford Grinding Wheel Co. (nom de commerce des produits de la) ..	60
Vitrifiées	45	Brillo Manufacturing Co.	114
Alcalis (procédé aux), pour la fabrication de l'alumine fondue.	32	Brockbank (C.-J.): brevets	32
Allemagne:		Calcium (oxyde), pour tremper l'alumine fondue	31
Exportations d'abrasifs artificiels..	41	Canada:	
Fabrication d'alumine fondue....	35	Abrasifs artificiels:	
de silicure de carbone.....	6, 11	Fabricants	38
Allen (T.-B.): brevets.....	31, 34	Production	39
Alumine:		Production de meules.....	60
Amorphe (procédé de l'), pour l'alumine fondue	29	Canadian Carborundum Co.:	
Fondue:		Brevets	31-34
Fabrication en Amérique.....	24-26	Incorporation	5
en Europe	34, 35	Installation et produits.....	38, 60
Fours	19-26	Canadian Hart Wheels (nom de commerce des produits de la) ..	60
Historique	17-19	Carbonate de soude:	
Méthode de varier la trempe...	29-33	Emploi du, comme lubrifiant de meulage	70
Microphotographies	146	pour tremper l'alumine fondue..	32
Préparation et classement.....	36	Carborundum, voir Silicure de carbone.	
Production: Canada	39, 40	Cazettes employées dans les fours...	48
Etats-Unis	40		

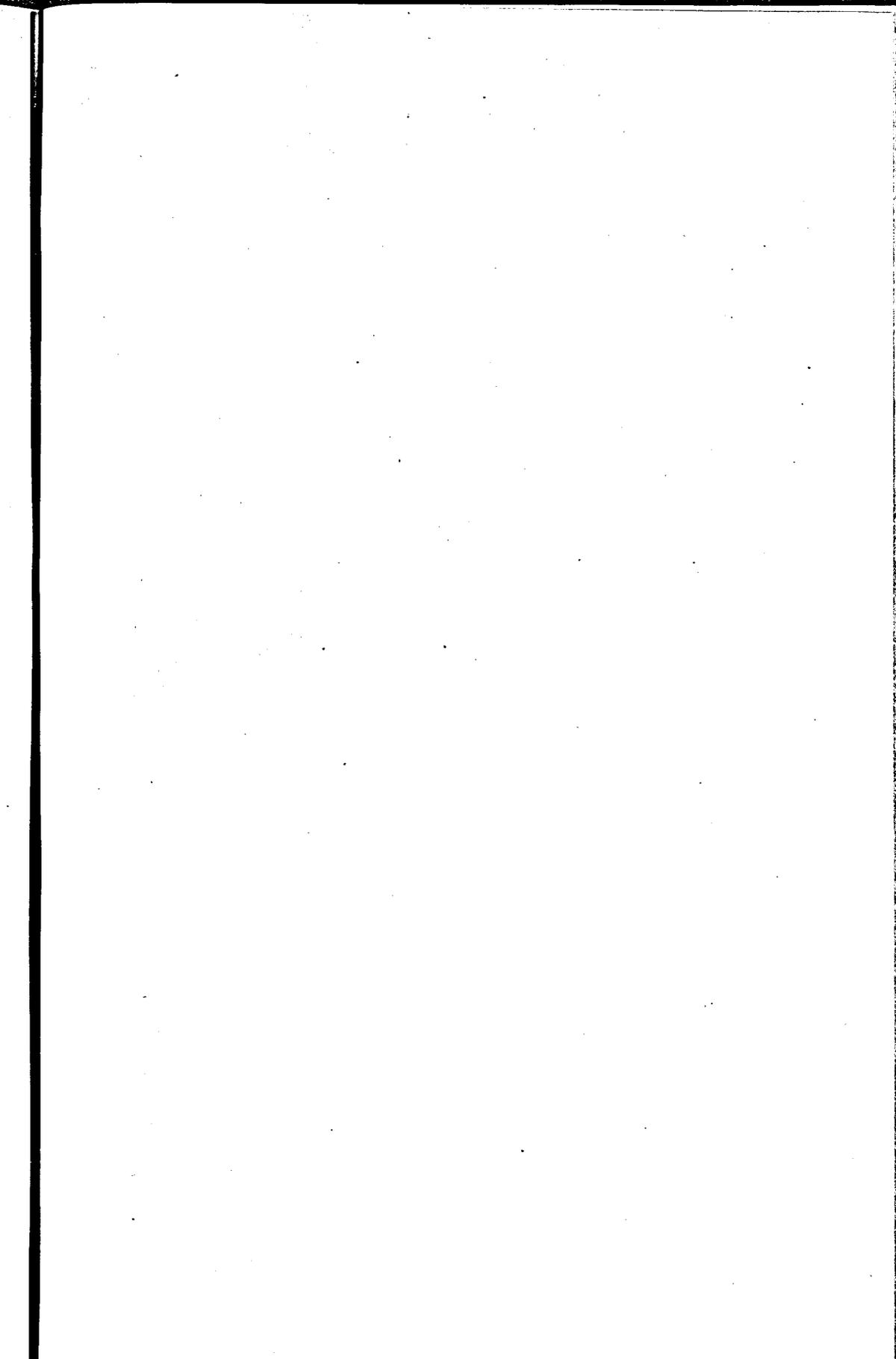
PAGES	PAGES
Céramique (meules à agglomérant), <i>voir</i> Meules vitrifiées.	Ebarbage 71
Chaussure (industrie de la): meules flexibles 97	Vitesse de la meule..... 68
Photos 142	"Ebarbage" des meules vitrifiées... 47
Chaux de Vienne pour le polissage au buffle 99	Ebelmen (J.-J.): expériences 17
Choix des meules (facteurs affectant le) 61	Echanorure des dents de scies, <i>voir</i> Affûtage des scies.
Chrome (oxyde) 100	Elastique (procédé) ou à la gomme laque:
Ciments pour les meules cylindriques Coke:	Choix 61
Consommation canadienne dans la fabrication des abrasifs arti- ficiels 39	Pour la fabrication des meules... 51
Dans l'alumine fondue..... 26, 27	Electrique (courant), fonction et con- sommation dans la fabrication de l'alumine fondue 27
Dans le siliciure de carbone... 7, 8	du siliciure de carbone..... 9
Colle pour papiers enduits..... 78, 79	Electro-chimique de Mercurus (Usines) Electrodes:
Encollage des meules flexibles... 92	Consommation canadienne dans l'in- dustrie des abrasifs 39
Colson (A.): premières expériences. 4	Description, <i>voir</i> Fours.
Combustibles employés dans la cuis- son des meules 47	Emeri pour le polissage au buffle... 98
Compagnie Internationale du Carbo- rundum 6	Alumine fondue 17
Composés graisseux pour le polissage au buffle 103	Papiers abrasifs 84
Composés, <i>voir</i> Lubrifiants de meul- lage.	Microphotographie 146
Corindon artificiel, <i>voir</i> Alumine fon- due.	Enduits, <i>voir</i> Papiers abrasifs.
Corindon, enduit sur papier..... 84	Equilibrage des meules 55
Alumine fondue 29	Essai de vitesse des meules..... 56
Microphotographie 146	Etain (oxyde), <i>voir</i> Potée d'étain.
"Corubin" 35	Etats-Unis:
Courroies abrasives 94	Installation et production d'abra- sifs artificiels 40
Coutellerie (polissage de la): vitesse de la meule 68	Production d'enduits abrasifs... 83, 84, 85
Cristallin (siliciure de carbone), <i>voir</i> Siliciure de carbone.	Etiquetage des meules 57
Crocus:	Europe: usines d'abrasifs artificiels, produits et exportations 40, 41
Pour le polissage au buffle..... 100, 102	Exolon Co.:
Enduit sur papiers 85	Brevets 32, 33
Fabrication 107	Installation et produits 38
"Croûte de four"..... 9	Fabrication des abrasifs:
Cryolite pour varier la trempe de l'alumine fondue 32	Abrasifs métalliques 112-115
Cuir (dressage du) 97	Alumine fondue 24-36
Cuisson des meules:	Siliciure de carbone 7-11
Combustibles et fours 47	Feil (C.): expériences 18
Pyromètres 48	Fer (usage du), dans l'alumine fon- due 27
Temps requis 48	Fer (oxyde de), dans l'alumine fon- due 31
Cylindres (meulage des) 73, 74	Field (C.): rap. cité..... 114
Davenport (J.): brevet 34	Fitzgerald (F.-A.-J.): brevets 11
Davis (W.-J.) & Sons 76	Formes des meules 63-66
Dessablage au tonneau 108	Four:
Diatomite: usage pour le polissage au buffle 98	Alumine fondue
Divine (B.-H.): rap. cité..... 92, 105	Jacobs 20, 21
Divine Bros.: remerciements..... 88	Haaslacher 21, 22
Döllner (Dr G.): brevet et procédé 18, 23	Higgins 24
Dominion Abrasives Wheel Co.: pro- duits 60	Hutchins (Otis) 24
Double-face (papiers à): description et usages 82	Photo 134
Durété des meules, <i>voir</i> Meules, dési- gnation.	Siliciure de carbone:
	Acheson 3, 4, 5
	Fours électriques:
	Modèle et opération..... 24, 27, 28
	Photo 132
	Siliciure de carbone 7, 8, 10
	Photo 132
	Fours pour la cuisson des meules... 47
	France:
	Exportations d'abrasifs artificiels. 41

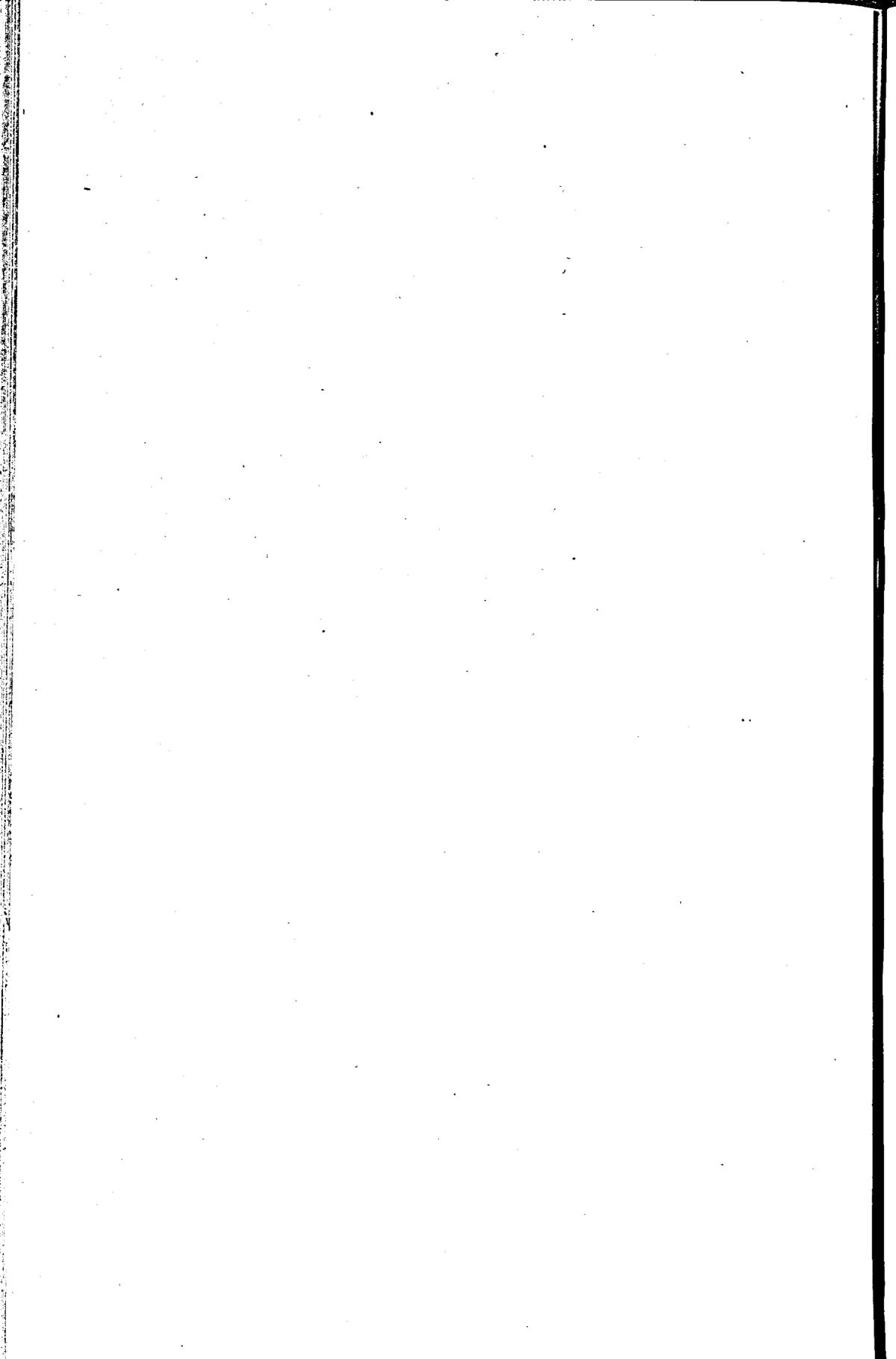
	PAGES		PAGES
Travaux de recherches sur le sili-		Meulage:	
ciure de carbone	40	A l'eau (description)	70-72
Usines	5	De demi-précision	71
Frémy (E.): expériences par.....	18	De forme	75
Gardner (F.-E.): rap. cité	95	Flexible (définition)	88
Gardner (F.-N.): meules à disques.	90	<i>Voir aussi</i> Polissage.	
Gaudin (M.-A.), premières expérien-		Genres	71
ces	17	Grossier	71
Gemme synthétique	17	Plan	72
General Abrasive Co.: brevets.....	30	Méthode	75
Glassite, <i>voir aussi</i> Rouge noir.		Sans centre	74
Globe Steel Abrasives C.: remercie-		Types	72, 73
ments	113	Meules:	
Grenaille d'acier: fabrication et usa-		A défibrer	64
ges	112	Photo	139
Grenat, dans les papiers enduits....	84	A disques	95, 96
Alumine fondue	34	Agglomérées à la gomme laque:	
Microphotographie		Fabrication	51, 52
Haenig (A.): rap. cité.....	23, 35	Historique	43
Haglund (T.-R.): procédé pour l'a-		Agglomérées au caoutchouc:	
lumine fondue	35	Fabrication	53, 54
Hall (Charles): four, procédé et bre-		Autolubrifiantes	71
vets	19-21	Cylindres (montage des)	66
Hart (Gilbert): meules	43	Choix	60-62
Hartman (A.): brevet	78	Désignation	57-59
Hasslacher (F.):		Encollage et montage	92-94
Brevet	18	Essai	56
Four et procédé	21, 22	Flexibles:	
Huggins (A.-C.): four refroidi à		Types et fabrication.....	88-92
l'eau avec profil	20, 25	Photos	143, 144
Huiles comme lubrifiants de meulage	70	Fabricants canadiens et production	59
Hutchins (Otis): brevets	8, 31, 33	Fabrication et usages	44-54
Four avec profil	26	Photos	135, 136, 137
Inspection des meules	57	Finition et inspection	54-57
Jacobs (Charles-F.): brevets	18	Formes avec profil	63, 64, 65
Four avec profil	19, 20	Historique	42, 43
Jacobs (F.-B.): remerciements		Montage	66
Jeppson (G.-N.): brevet	29	Poids	68
Jet de sable: emploi des abrasifs mé-		Segmentaires (description)	64
talliques	113	Photo	138
Kalmus (H.-T.): brevet	32, 33	Vitesse de travail	68
Kaolin:		Vitrifiées:	
Comme agglomérant dans les meu-		Fabrication	45-49
les	45	Moissan: travaux de recherches....	1, 5
Procédé au, pour l'alumine fondue	32	Moissanite (description)	1
Laine métallique: fabrication et usa-		Monuments: utilisation des abrasifs	
ges	114-115	artificiels	110
Lames de roche (préparation des) 110, 111		Moulage des meules vitrifiées.....	46
Leather (R.-S.): rap. cité.....	105	Munning (A.-P.) & Co.: rouges, etc.	100, 102
Lion Grinding Wheel Co.: produits	60	Myall (T.-J.): meule agglomérée au	
Litharge dans la fabrication de la		caoutchouc	42
potée d'étain	101	Nelson (Thos.): meule vitrifiée.....	42
Lubrifiants de meulage	70	Nettoyage au jet des pièces de fonte,	
Machines à rectifier: description....	73, 74	usages des abrasifs métalliques... 113	
Photo	140	New York Belting and Packing Co..	42, 53
Macdonald (R.)	30	Noms de commerce des fabricants de	
MacGee (A.-E.): rap. cité.....	58	meules	60
Magnésie (procédé à la), pour trem-		Northampton Emery Wheel Co.....	43
per l'alumine fondue	31	Norton Co.:	
Manchonnage des meules	55	Brevets	29
Manganèse (bioxyde), pour le polis-		Installation et produits	38, 60
sage au buffle	101	Premiers travaux	18
Marsden,—: premières expériences..	4	Norton Emery Wheel Co., <i>voir</i> Nor-	
Matériaux réfractaires	10, 11	ton Co.	
Mélasse, pour le dessablage au ton-		Norvège:	
neau	108	Exportations d'abrasifs artificiels.	41
		Usine de siliciure de carbone.....	40

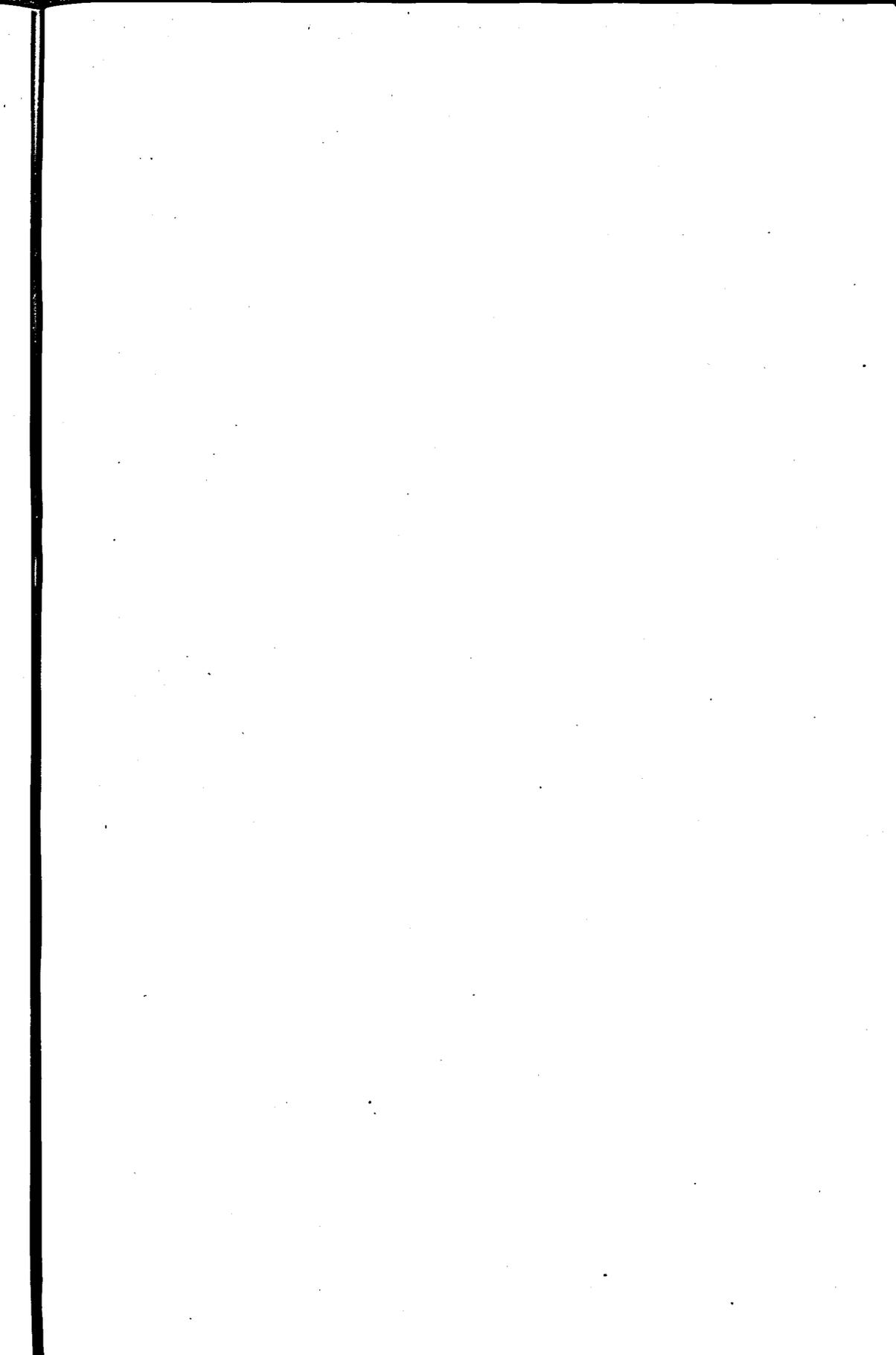
	PAGES		PAGES
Ontario Abrasive Wheel Co.: produits	60	"Sable réfractaire": description et usage	9
Optique (industrie), emploi des abrasifs	110	Saunders (L.-E.):	
Photo	147	Brevet	29
Otis (J.-L.): meule	43	Remerciements	vii
Oxyde d'aluminium, voir Alumine fondue.		Schuldt (H.): rap. cité	109
Papiers abrasifs, etc.:		Schwartz (G.-M.): rap. cité	111
Enduits employés	83-85	Sciure de bois, dans la fabrication du siliciure de carbone	7
Essai	87	Consommation canadienne	39
Fabrication	77-83	Searle (A.-B.): rap. cité	52
Photos	141	Sel, dans la fabrication du siliciure de carbone	8
Historique	76	Consommation	39
Normalisation des abrasifs	86	Shamva	111
Production aux E.-U.	83, 84	Short (M.-N.): rap. cité	110
Sortes	82, 83	Sidford (A.-J.): rap. cité	77, 87
Papiers employés comme support	79	Silex pour le polissage au buffle	99
Papiers hydrofuges	83	Papiers enduits	83
Peresse (L.): travaux de recherches	6	Silice:	
Philadelphia Quartz Co.: remerciements	51	Voir aussi Sable.	
Plaques de minerai (préparation)	110, 111	Effet sur l'alumine fondue	28
Poids des meules	68	Pour le polissage au buffle	99
Polissage au buffle:		Siliciure de carbone:	
Abrasifs employés	98, 99	Amorphe	1, 5, 9
Agglomérants graisseux	103-105	Analyse, méthode d'	14, 15
Définition	97	Classement et préparation	11, 12
Polissage des lentilles, voir Optique.		Photos	133
Polissoirs:		Fabrication	7-11
Fabrication et usages	105-106	Gisement	1
Vitesse de travail	106, 107	Historique	3-6
Ponçage du bois	96	Microphotographies	146
Ponce pour le polissage au buffle	99	Propriétés	2-3
Potassium (carbonate), pour tremper l'alumine fondue	32	Statistique	39-41
Potée d'étain: fabrication et usages	101	"Siloxicon"	10
Purdy (R.-C.): rap. cité	58	Simonds (H.-A.): rap. cité	110
Pyromètres dans les fours	48	Soude brute, voir Carbonate de soude	
Quartz comme enduits abrasifs	83	Statistique:	
Rectification des meules	54	Abrasifs artificiels	39-41
Rectification cylindrique:		Meules	60
Modes opératoires	73	Suède:	
Vitesse de travail	68	Exportations d'abrasifs artificiels	41
Rectification intérieure:		Usines	6, 40
Description	74	Suisse:	
Vitesse de travail	68	Exportations d'abrasifs artificiels	41
Redmanol, voir Bakélite.		Usine	40
Retraitement (procédé de), pour tremper l'alumine fondue	30	Sun Oil Co.: remerciements	70
Richardson (Henry): meules	43	Support pour enduits abrasifs	79
Richmond (H.-A.): brevet	30	Syérite à néphéline (procédé), pour tremper l'alumine fondue	34
Rodage (définition)	108	Synthétique (gemme), voir Gemme synthétique.	
Rouge:		Tchécoslovaquie: usine de siliciure de carbone	40
Fabrication	107	Thermit (procédé), pour varier l'alumine fondue	35
Sortes	100, 101	Titane (procédé), pour varier l'alumine fondue	31
Usages	102, 103	Toile:	
Rouge noir	100, 102	Comme support des enduits abrasifs	79
Satiné	101, 102	Pour polissoirs et meules	105, 106
Vert	100, 101, 102	Tone (F.-J.):	
Royaume-Uni: exportations d'abrasifs artificiels	41	Brevets	11, 32
Sable, dans la fabrication du siliciure de carbone	7	Remerciements	vii
Consommation canadienne	39		

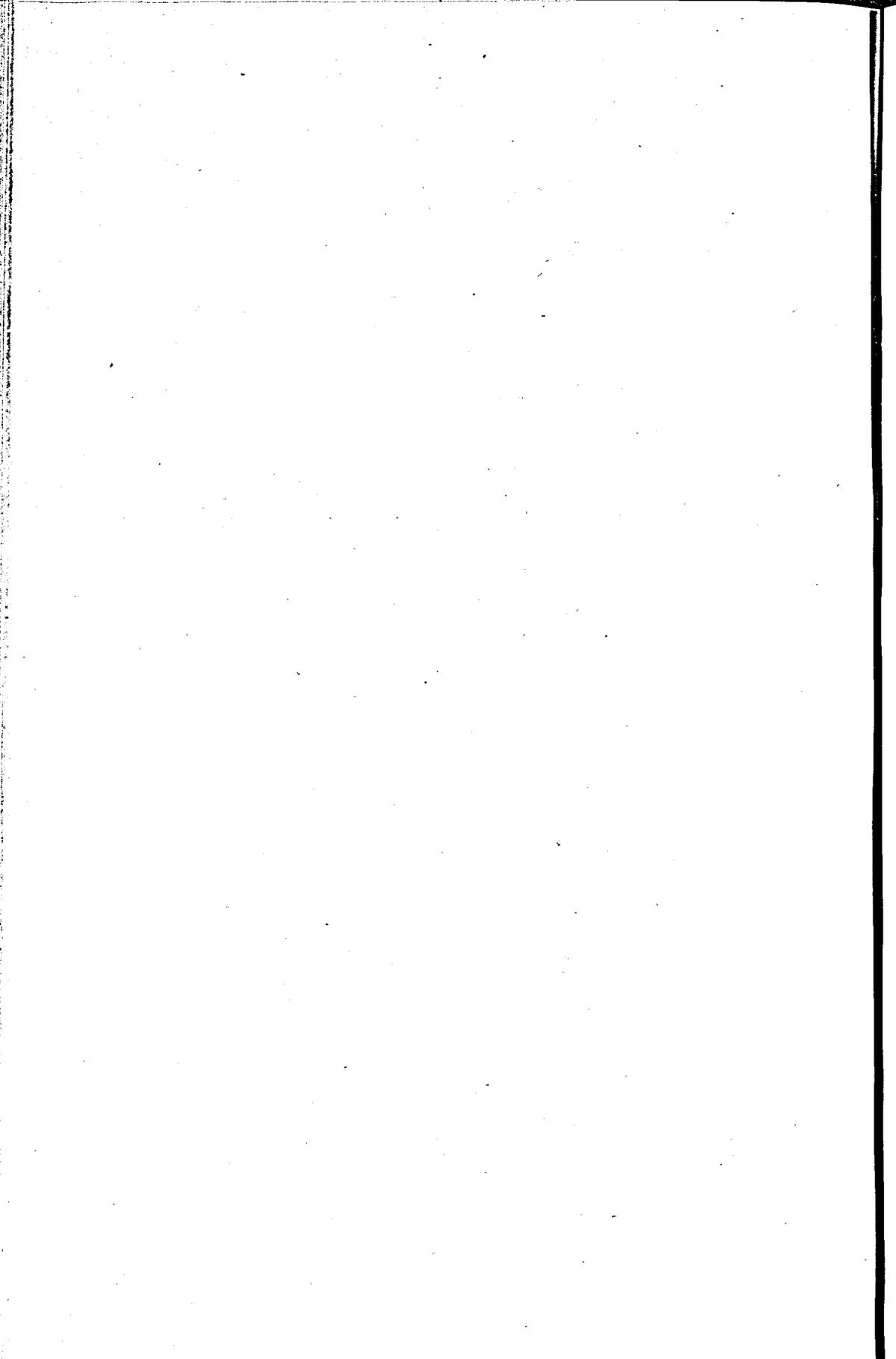
	PAGES		PAGES
Treillage métallique	43, 50	Vitesse de travail des meules....	63, 68, 69
Trempe abrasive: définition	30	Vitrified Wheel Co.	43
De l'alumine fondue (moyens de varier l')	29-33	Waltham Grinding Wheel Co.....	43
Tripoli, pour le polissage au buffle..	98	Werlein (Ivan):	
Vail (J.-G.): rap. cité.....	50	Brevets	18
Vienne (chaux), voir Chaux de Vienne.		Four et procédé pour l'alumine fon- due	23, 24
		Willis (H.-J.): rap. cité.....	108

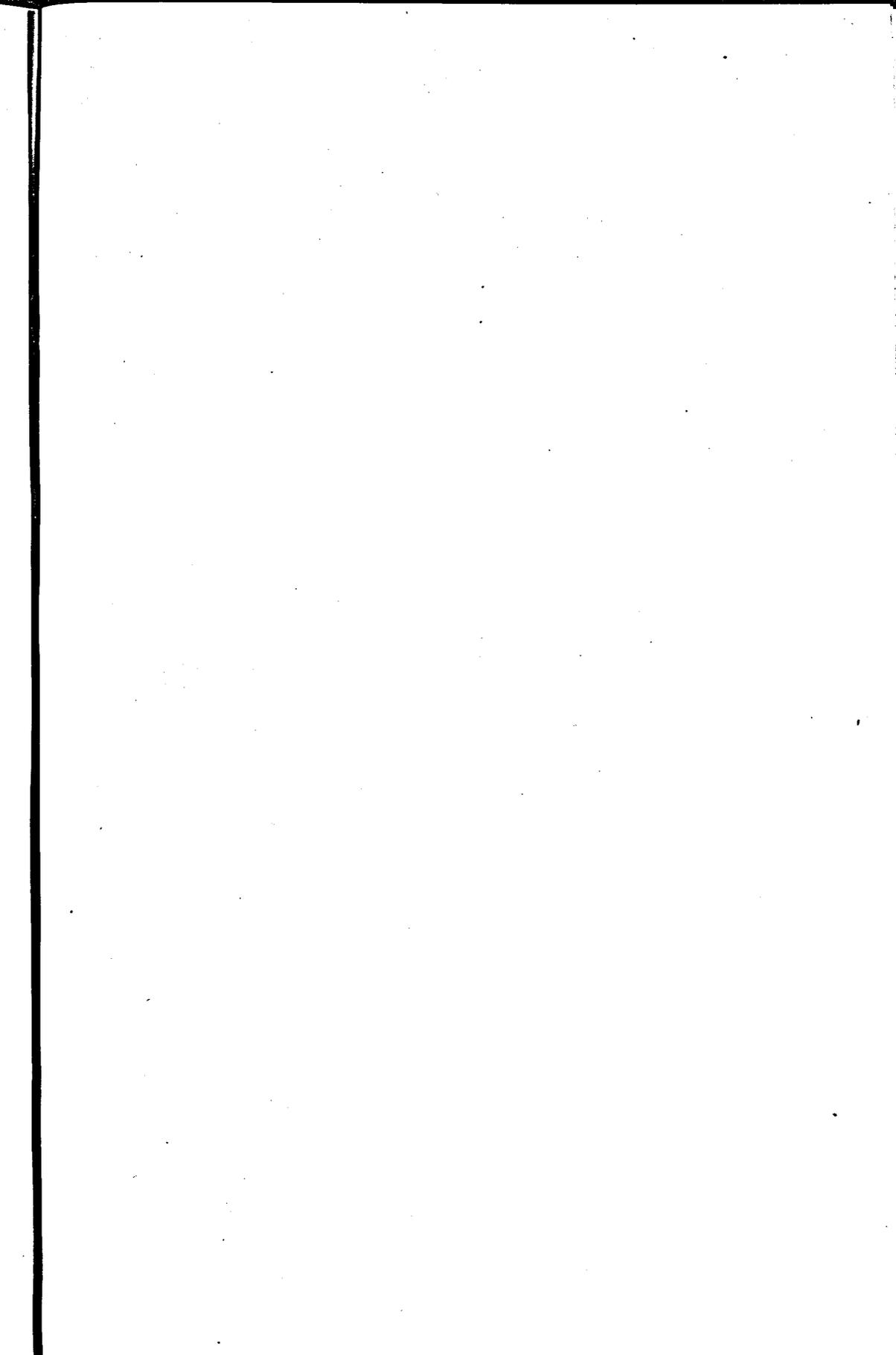




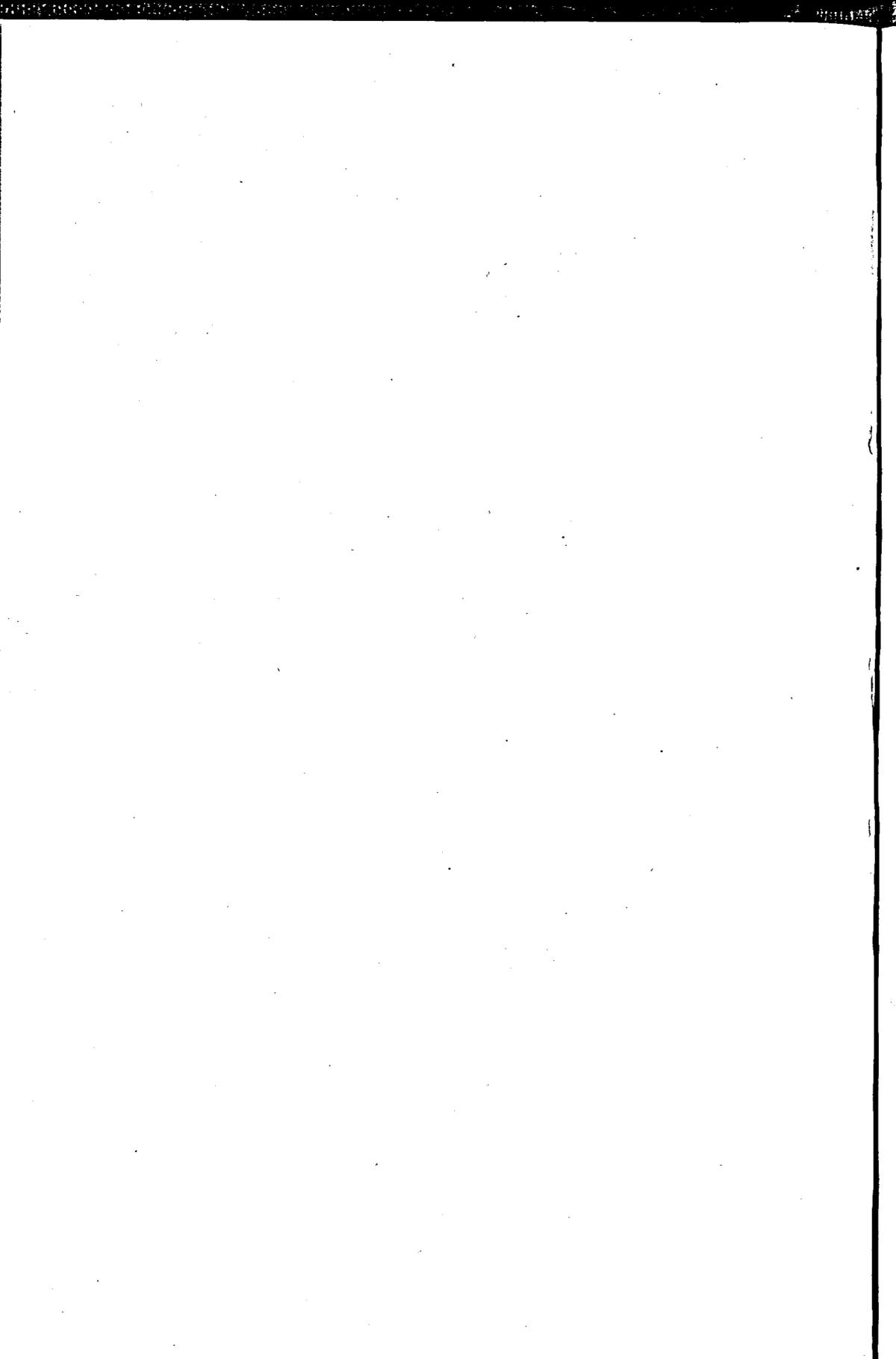


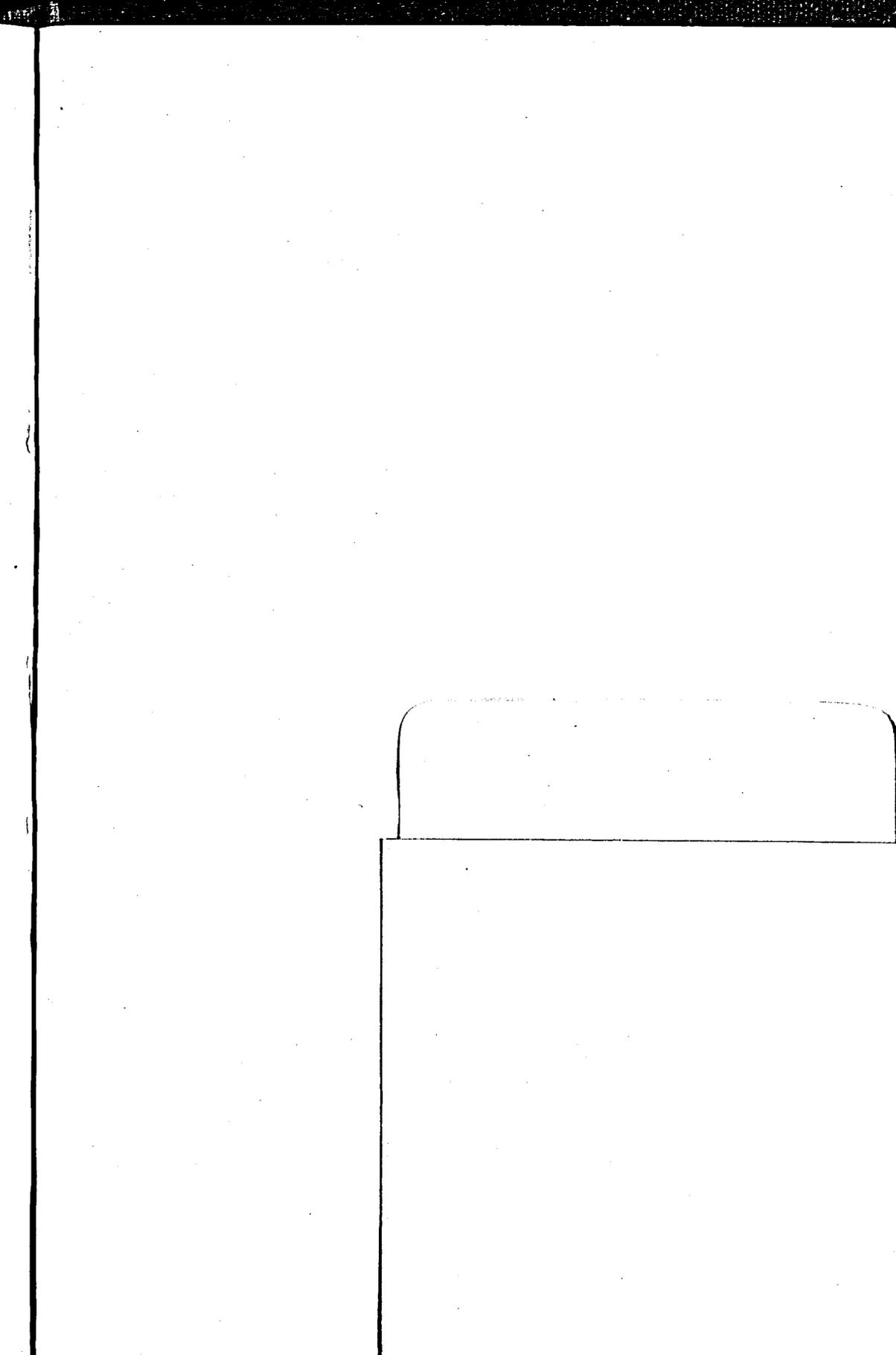


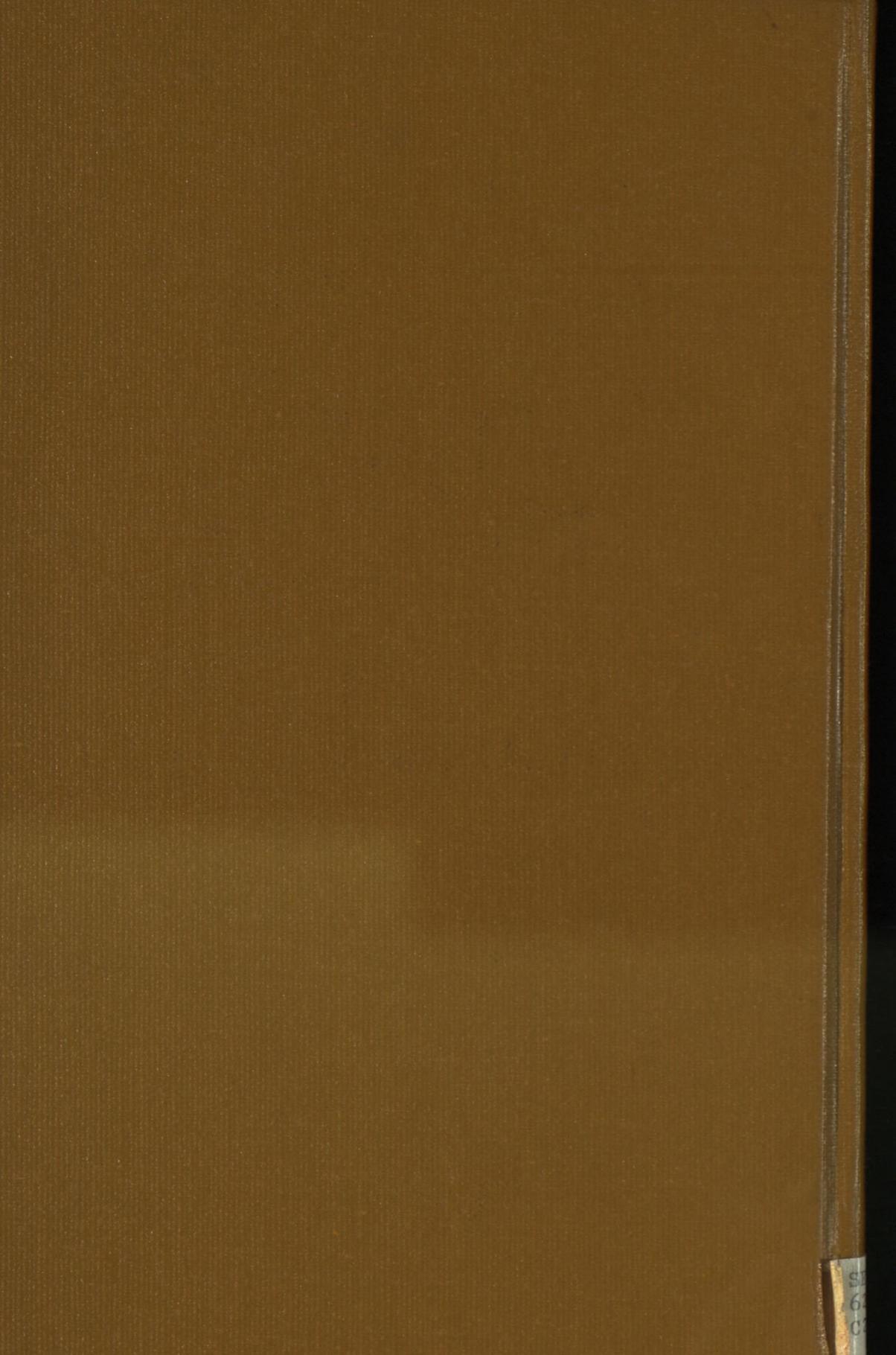




41







SI
6
C