

Л. К. Мартенс

Техническая энциклопедия

Том 7

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 62
ББК 30.6
Л11

Л11 **Л. К. Мартенс**
Техническая энциклопедия: Том 7 / Л. К. Мартенс – М.: Книга по Требованию, 2024. – 471 с.

ISBN 978-5-458-23040-7

Техническая энциклопедия издавалась в 1927—1934 годах издательством «Акционерное Общество Советская энциклопедия» (Москва), позже ставшим Государственным Словарно-Энциклопедическим издательством "Советская Энциклопедия". Главный редактор Л. К. Мартенс. 1-ый том вышел 1 января 1928 г. Вместе с Энциклопедией выпускался "Справочник Физических Химических и Технологических величин вышедший в 8-ти томах". Первый том Справочника вышел в 1927 году. Репринтное издание по технологии print-on-demand с оригинала 1929 года.

ISBN 978-5-458-23040-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

v.—volume, volumes.
 вкл.—включительно.
 выс.—высота.
 гг.—годы, города.
 гл. обр.—главным образом.
 д.—деревня, долгота.
 д. б.—должно быть.
 ж. д.—железная дорога.
 з.-европ.—западно-европейский.
 з-д—завод.
 изд.—издание.
 ин-т—институт.
 Jg.—Jahrgang.
 кпд—коэффициент полезного действия.
 к-рый—который.
 к-та—кислота.
 Lfg.—Lieferung, Lieferungen.
 м—мета (хим.).
 м. б.—может быть.
 м. г.—минувшего года.
 меш (mesh)—число отверстий в ситах на лин. дюйм.
 мн-к—многоугольник.
 мол. в.—молекулярный вес.
 нек-рый—некоторый.
 о—орто (хим.).
 об-во—общество.

о-в—остров.
 п—пара (хим.).
 р.—pagina, paginae (лат.—страница, страницы).
 промышл.—промышленность.
 проф.—профессор.
 SK—зегеровские конуса.
 С., Ю., В., З.—север, юг, восток, запад.
 с.-з., ю.-в.—северо-западный, юго-восточный.
 стр.—страницы.
 т., тт.—том, томы.
 t.—tome, tomes.
 Т.—Teil, Teile.
 тв.—твердость.
 т-во—товарищество.
 темп-ра—температура.
 т. н.—так называемый.
 тр-к—треугольник.
 уд.—удельный.
 уд. в.—удельный вес.
 ур-ие—уравнение.
 У. П.—Уточное положение.
 u. ff.—und folgende.
 ф-ия—функция.
 ф-ка—фабрика.
 ф-ла—формула.
 Н.—Heft, Hefte.

хим. сост.—химический состав.
 ц. т.—центр тяжести.
 Ztg.—Zeitung.
 Ztrbl.—Zentralblatt.
 Ztschr.—Zeitschrift.
 ш.—широта.
 эдс—электродвижущая сила.
 эфф.—эффективный.
 Ан. П.—английский патент.
 Ам. П.—американский »
 Г. П.—германский »
 Р. П.—русский »
 Сов. П.—советский »
 Ф. П.—французский »
 В.—Berlin.
 Brschw.—Braunschweig.
 L.—London.
 Lpz.—Leipzig.
 Mch.—München.
 N. Y.—New York.
 P.—Paris.
 Stg.—Stuttgart.
 W.—Wien.
 Wsh.—Washington.
 Л.—Ленинград.
 М.—Москва.
 П.—Петроград.
 СПб—Петербург.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ НАЗВАНИЙ РУССКИХ И ИНОСТРАННЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ, ОБЩЕСТВ, ФИРМ

«АзНХ»—Азербайджанское нефтяное хозяйство, Баку.
 БМЭ—Большая медицинская энциклопедия, Москва.
 БСЭ—Большая советская энциклопедия, Москва.
 «ВВ»—Военный вестник, Москва.
 «ВВФ»—Вестник воздушного флота, Москва.
 «ВИ»—Вестник инженеров, Москва.
 «ВС»—Вестник стандартизации, Москва.
 «ВТ»—Вопросы труда, Москва.
 «ГЖ»—Горный журнал, Москва.
 «ГТ»—Гигиена труда, Москва.
 «Ж»—Журнал Русского физико-химического об-ва, Ленинград.
 «ЖРМО»—Журнал Русского металлургического об-ва, Ленинград.
 «ЖХП»—Журнал химической промышленности, Москва.
 «ИТИ»—Известия Теплотехнического института им. проф. В. И. Гриневецкого и К. В. Кирша, Москва.
 «ИТПТ»—Известия текстильной промышленности и торговли, Москва.
 «МС»—Минеральное сырье и его переработка, Москва.
 «МХ»—Мировое хозяйство и мировая политика, Москва.
 «НИ»—Нерудные ископаемые, Ленинград.
 «НХ»—Нефтяное хозяйство, Москва.
 ОСТ—Общесоюзные стандарты, Москва.
 «ПТ»—Промышленность и техника, СПб.
 «ПХ»—Плановое хозяйство, Москва.
 «СГ»—Социальная гигиена, Москва.

«СП»—Строительная промышленность, Москва.
 Спр. ТЭ—Справочник физических, химических и технологических величин, Москва.
 «СТ»—Санитарная техника, Москва.
 «СХ»—Социалистическое хозяйство, Москва.
 «ТД»—Торфяное дело, Москва.
 «ТиТБП»—Телеграфия и телефония без проводов, Н.-Новгород.
 «Труды ГЭИ»—Труды Гос. экспериментального электротехнич. ин-та, Москва.
 «Труды НАМИ»—Труды Научного автомобильного ин-та, Москва.
 «Труды НИУ»—Труды Научного ин-та по удобрениям, Москва.
 «Труды ЦАГИ»—Труды Центрального аэрогидродинамического ин-та, Москва.
 ТЭ—Техническая энциклопедия, Москва.
 «УФН»—Успехи физических наук, Москва.
 «ХД»—Хлопковое дело, Москва.
 «AAZ»—Allgemeine Automobil-Zeitung, Wien.
 «A. Ch.»—Annales de Chimie et de Physique, Paris.
 AEG—Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
 AGFA—Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, Berlin.
 «Am. Soc.»—Journal of the American Chemical Society, Easton, Pa.
 «Ann. d. Phys.»—Annalen der Physik, Leipzig.
 «Ann. Min.»—Annales des Mines, Paris.

- «B»—Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.
 BAMAG—Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, Dessau.
 BASF—Badische Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a/R.
 «B. u. E.»—Beton und Eisen, Berlin.
 Bayer—Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co, Köln a/R.
 «Ch. Ind.»—Chemische Industrie, Berlin.
 «Ch.-Ztg.»—Chemiker-Zeitung, Cöthen.
 «Ch. Ztrbl.»—Chemisches Zentralblatt, Berlin.
 «CR»—Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, Paris.
 DIN—Deutsche Industrie-Normen.
 «Dingl.»—Dinglers polytechnisches Journal, Berlin.
 «EChZ»—Elektrochemische Zeitschrift, Berlin.
 «EMA»—Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau, Berlin.
 «EuM»—Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien.
 «ETZ»—Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin.
 «GC»—Génie Civil, Paris.
 Handb. Ing.—Handbuch der Ingenieurwissenschaften, herausgegeben von L. Willmann, Th. Landsberg, E. Sonne, in 5 Teilen, 1910—25, Leipzig.
 «I. Eng. Chem.»—Industrial and Engineering Chemistry, Easton, Pa.
 I.G.—I. G. (Interessengemeinschaft) Farben-Industrie A.-G., Leverkusen b. Köln a/R.
 «JAIEE»—Journal of the American Institute of Electrical Engineers, New York.
 «J. Ch. I.»—Journal of the Society of Chemical Industry, London.
 «Lieb. Ann.»—Liebig's Annalen der Chemie, Berlin.
 «Mitt. Forsch.»—Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Berlin.
 «M. Sc.»—Moniteur Scientifique du Docteur Quesneville, Paris.
 «MUM»—Wochenschrift für die gesamte Mülerei und Mühlenbau-Industrie, München.
 NDI—Normenausschuss der deutschen Industrie.
 «PeKa»—Fachblatt für Parfümerie und Kosmetik, München.
 «RGE»—Revue Générale de l'Électricité, Paris.
 «RM»—Revue de Métallurgie, Paris.
 «Soc.»—Journal of the Chemical Society, London.
 «St. u. E.»—Stahl und Eisen, Düsseldorf.
 Ullm. Enz.—Enzyklopädie der technischen Chemie, herausgegeben von F. Ullmann, Wien—Berlin, 1915—23.
 «WeTeZ»—Westdeutsche Textil-Zeitung, Elberfeld.
 «Z. ang. Ch.»—Zeitschrift für angewandte Chemie, Berlin.
 «Z. d. VDI»—Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin.
 «ZFM»—Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, München.

В седьмом томе ТЭ помещены 794 иллюстрации в тексте, 5 вкладок к статьям: «Дразжное дело»—1, «Дуралюмин»—1, «Железнодорожное строительство»—2 (в красках), «Железные руды»—1, «Железо»—1 и 1 вклейка в тексте (в красках) к статье «Дополнительные цвета».

В шестом томе ТЭ раздел «Техника безопасности» в статье «Деревообделочные станки» написан П. Новиковым, за исключением начала и первых 10 строк главы «Пилы».

Д

ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО, получение различн. сортов чугуна из железных руд в особых печах, называемых доменными печами, домнами. Три фактора влияли на развитие Д. п.: 1) постепенное усовершенствование устройства доменных печей, 2) улучшение всех приемов и способов доменной плавки и 3) теоретич. разработка всех физич. и химич. процессов, совершающихся в доменной печи,—доменного процесса.

1. Доменная печь.

Доменная печь—шахтная печь для выплавки различных сортов чугуна; в ней рабочее пространство вытянуто в высоту; перемешанные топливо и обрабатываемые материалы опускаются навстречу поднимающимся газам. Исходные материалы домен. плавки—руды, флюс и топливо—загружают в верхнюю часть печи, называемую *колошником*; воздух, необходимый для горения топлива, подается в нижнюю цилиндрическую часть, называемую *горном*, через охлаждаемые водой коробки—*фурмы*. Сгорающее у фурм топливо образует горячие газы, к-рые, поднимаясь снизу вверх, с одной стороны, нагревают до расплавления опускающиеся сверху вниз материалы, с другой—восстанавливают часть железа из руды; газы уходят через колошник печи. Остальная часть железа руды и другие элементы восстанавливаются твердым углеродом топлива и образуют с углеродом, поглощаемым железом, чугун. Чугун и шлак, получающийся от сплавления пустой породы руды, флюса и золы топлива, стекают в нижнюю часть горна печи, образуя два слоя: нижний—чугун и верхний—шлак; и тот и другой выпускаются через особые отверстия—*летки*. Выше горна находится коническая расширяющаяся вверх часть печи—*залежки*, а далее коническая суживающаяся кверху часть—*шахта*, имеющая часто внизу цилиндрич. форму. Самое широкое место рабочего пространства печи на границе залечиков и шахты называется *распаром*.

Конструкция отдельных частей печи и ее вспомогательных устройств преследует две цели: создать правильное распределение материалов и газов по поперечному сечению печи и всемерно уменьшить обязательные и вынужденные остановки в работе печи. Для

этого печь должна иметь рациональный профиль (т. е. внутреннее очертание вертикального сечения печи по ее оси) и возможно простые, а главное, надежные и выносливые в работе, отдельные части самой печи и вспомогательных устройств. Величина первоначальных затрат играет в данном случае совершенно подчиненную роль.

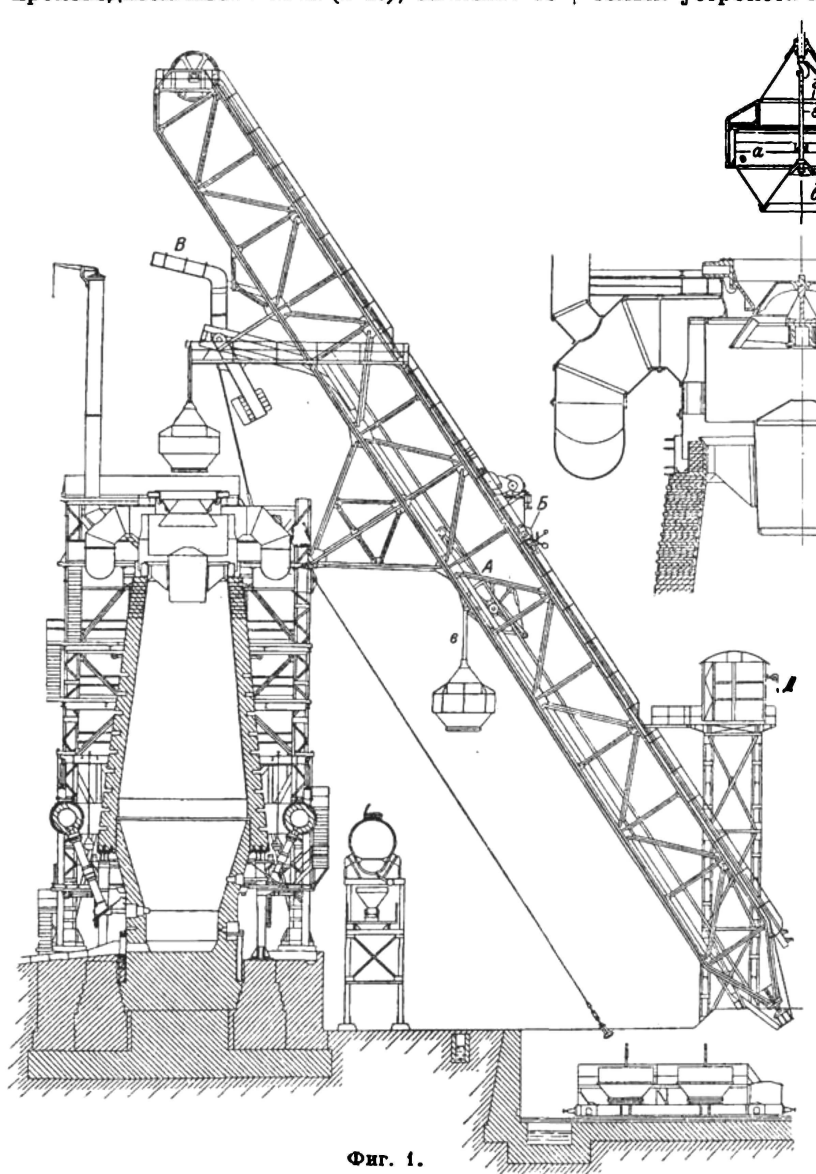
Размеры коксовых и древесноугольных печей. В настоящее время доменные печи работают гл. обр. на коксе и лишь отчасти на древесн. угле (из коксовых печей получается 99% всей мировой добычи чугуна, а из древесноугольных—только ок. 1%). Различие между коксовыми и древесноугольными печами заключается гл. обр. в их величине. Коксовые печи, при горючем—коксе—более прочны (сопротивление раздавливанию равно $100 \div 180 \text{ кг/см}^2$) и менее растрескивающимся и размельчающимся при движении шихты в печи, чем древесный уголь (сопротивление раздавливанию равно $30 \div 40 \text{ кг/см}^2$ поперек волокон при хорошем выжиге и $5 \div 8 \text{ кг/см}^2$ при плохом выжиге), имеют полезную высоту большую, чем древесноугольные; так, при лучшем дургамском (Англия) и коннелсвилльском (Америка) коксе полезн. высота печей (расстояние от уровня материалов на колошнике до низа выпускного для чугуна отверстия) $25 \div 27 \text{ м}$; при лучшем коксе Донбасса— $23 \div 25 \text{ м}$, а при слабом— $20 \div 23 \text{ м}$; при лучшем сметничном древесном угле— 18 м , при обыкновенном— 15 м . Суточная производительность больших древесноугольных печей равна всего $50 \div 100 \text{ т}$, коксовых же $300 \div 600$ и даже 1000 т .

Профиль печи. Основными величинами являются высота печи и диаметры распара и горна. Отношение высоты печи к диаметру распара ее изменяется в пределах $3\frac{1}{2} \div 4\frac{1}{2}$ для коксовых печей и $4\frac{1}{2} \div 5$ для древесноугольных; проплавка трудно восстанавливаемых руд и получение горячих, кремнистых чугунов требуют более узкого и высокого распара, при рудах легко восстанавливаемых и чугунах холодных мало-кремнистых распар делается ниже и шире. Крутые стенки залечиков (уклон $80 \div 82\%$) и широкий горн (в коксовых печах диам. горна $6 \div 7,5 \text{ м}$, в древесноугольных— $2,5 \div 2,8 \text{ м}$) при малом отношении диам. распара и горна ($1,2 \div 1,1$) являются характерной

особенностью профиля новейших печей. Полезный объем печи, обуславливаемый главным образом высотой и диаметром распара, определяется в 600—700 м³ для средних и 800—950 м³ для самых больших коксовых печей; для древесноугольных печей соответственные объемы 100 и 200 м³. Отношение чисел, выражающих объем (в м³) и суточную производительность печи (в т), зависит: от

больших печах можно достигнуть ~1 м³ объема на 1 т суточ. производительности печи.

Конструкция печи. В настоящее время в доменном строительстве имеются 2 определенных и обособленных течения—американское и немецкое,—которые разнятся в вопросах не только конструкции самих печей, но также конструкций вспомогательн. устройств и их оборудования. В дру-



Фиг. 1.

качества проплавленных руд, гл. обр. содержания в них железа, от сорта чугуна, а также от умения вести плавку. Величина эта колеблется от 1,5 до 3,0 для древесноугольных печей и от 1,2 до 2,5 для коксовых. Числа эти увеличиваются с увеличением трудновосстановимости руды, с уменьшением содержания железа в ней и с увеличением количества кремния в получаемом чугуне и уменьшаются при обратных условиях. По последним данным зарубежной практики, при употреблении хорошего кокса, тщательно сортированных и только кусковых или агломерированных (спеченных) руд, на

больших печах можно достигнуть ~1 м³ объема на 1 т суточ. производительности печи.

Конструкция печи. В настоящее время в доменном строительстве имеются 2 определенных и обособленных течения—американское и немецкое,—которые разнятся в вопросах не только конструкции самих печей, но также конструкций вспомогательн. устройств и их оборудования. В дру-

гих странах строят печи по нем. или америк. образцам, которые сделались стандартными. «Немецкая» печь (фиг. 1) отличается от «американской» (фиг. 2) тяжеловесностью и сложностью устройства; характерным для нее является крепление кладки шахты обручами; колонны, идущие снизу до самого колошника; загрузка круглыми бадьями с опускающимся днищем при помощи громадного и тяжелого слабо наклонного моста. Отличительные особенности американских печей: шахта в сплошном клепаном кожухе, загрузка опрокидывающимися бадьями или «скипами» при легком крутом наклонном мосте и рациональное крепление и охлаждение горна печи. В конечном счете, те и другие достигают одинаковых экономич. и технич. результатов работы, однако немецк. печи при своих сложных конструкциях должны обслуживаться высококвалифицир. рабочими, а американские (при выносливости конструкций) могут обслуживаться малоквалифицирован. персоналом.

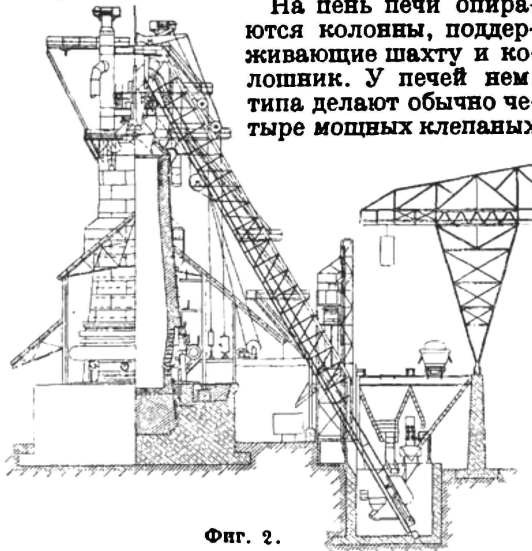
Основание и фундамент. Основание печи, или т. н. пень ее, представляет собою массив из бетонной или кирпичной кладки на

цементном растворе. В виду нередких случаев растрескивания основания от повторных нагревов и охлаждений и расpirания его скопляющимися ниже лещади (пода горна) печи чугуном необходимо устанавливать кругом пня железный клепаный кожух или заделывать в бетон скрепляющую арматуру.

Рабочую площадку вокруг горна печи делают шириной 4÷5 м и располагают непосредственно на пне или частью на нем, частью на балках и сводиках. Уровень раб. площадки, следовательно и высота пня над уровнем заводск. ж.-д. пути, определяется тем,

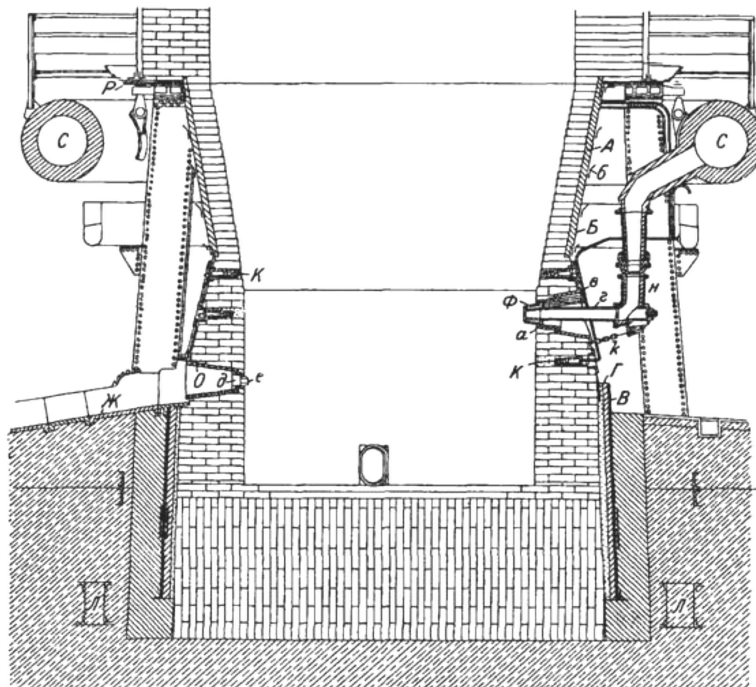
что под желоба для чугуна и шлака должны подходить ковши для них и паровоз; обычно высота пня над рельсами пути 6÷7 м.

На пень печи опираются колонны, поддерживающие шахту и колошник. У печей нем. типа делают обычно четыре мощных клепаных



Фиг. 2.

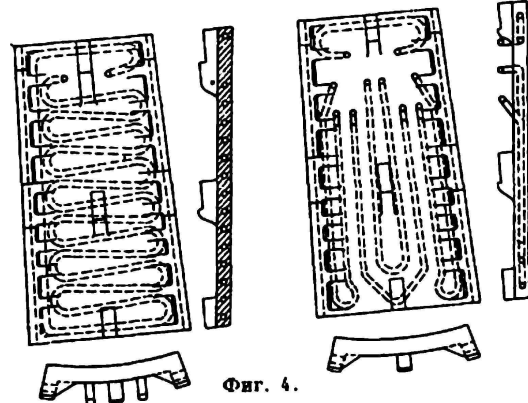
колонны, на к-рые опирается все колошниковое устройство и наклонный мост (фиг. 1); шахта печи часто опирается через особые подкосы и кронштейны на них же или на несколько отдельно стоящих колонн. У американских печей имеются только колонны, подпирающие шахту печи (фиг. 2 и 3), причем все колошниковое устройство и мост



Фиг. 3.

опираются обычно на кожух шахты. Число таких колонн 6—10—12, кратное числу фурм (для более удобного расположения фурм). Американцы делают колонны больш. частью литыми чугунными; в СССР предпочитают клепаные железные. Весьма важно доста-

точное углубление колонн в основание печи: пята колонн д. б. на 2—2,5 м ниже лещади. Под колоннами часто ставят мощное, литое (реже—клепаное) кольцо, служащее опорой колонн и креплением кладки фундамента (фиг. 3, Л). Передача давления шахты на колонны производится посредством опорного кольца, к-рое у печей, не имеющих кожуха, делается в виде мощной клепаной кольцевой балки, у печей с шахтой в кожухе—в виде трех толстых горизонтальных листов (фиг. 3, Р), прочно склепанных кольцевым уголком с кожухом шахты, нижние листы



Фиг. 4.

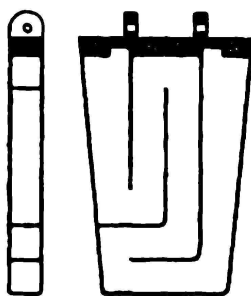
которого в этом случае работают на изгиб, образуя с горизонтальными листами балку.

Горн печи является самой важной ее частью. В нижнем горне, так называемом металлоприемнике, собирается большое количество жидкого металла, который своей тяжестью, усиленной давлением газов, давит на стенки горна. Т. о., конструкция горна, с одной стороны, должна обладать большой механич. прочностью и плотностью, с другой—высшей сопротивляемостью разъедающему действию чугуна и шлака. Все усилия конструкторов направляются к тому, чтобы избежать возможности побега чугуна из печи. Многочисленные употребленные ранее конструкции горна в настоящее время почти оставлены, и наиболее признанным и распространенным является устройство, показанное на фиг. 3, или его видоизменение. Стенки горна, из кирпича нормальных размеров, выкладываются внизу, на уровне летки, общей толщиной 1 000÷1 200 мм, сверху, на уровне

не фурм, 500÷700 мм. Лещади выкладываются вертикальными рядами кирпича на толщину 2÷3,5 м. Для кокс. печей идет *шамотный кирпич* (см.) 1 сорта, для древесноугольных—лучший *динас* (см.). В Германии для выкладки горна нек-рые 3-ды предпочитают

употреблять не шамотный, а углеродистый кирпич, считая, что это гарантирует от разъедания стенок и от побегов чугуна.

В области металлоприемника кладка стянута очень сильной клепаной броней *В* (см. фиг. 3) из 28—32-мм железа. Для охлаждения огнеупорной кладки, а главное, для предохранения от разъедания чугуном брони (если он так или иначе разъест кладку или по швам и трещинам кирпича достигнет до брони) служит ряд холодильных плит *Г*, которые поставлены между броней и кладкой, при чем к броне они прислоняются вплотную, а от кладки отделены зазором в 100—150 мм, заполняемым хромистым железняком или коксовой мелочью с гудроном.



Фиг. 5.

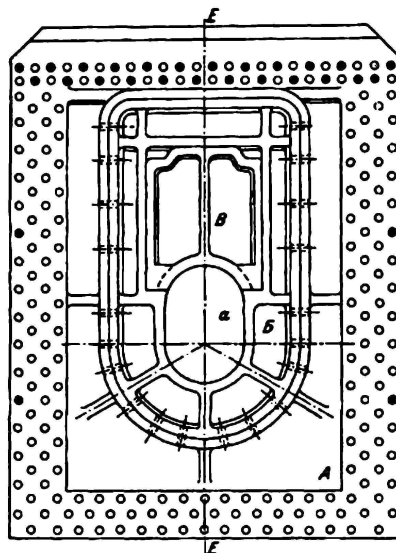
Прослойка этот предохраняет броню от разрыва вследствие расширения кладки от нагревания. Холодильники представляют собою вертикальные чугунные плиты толщиной 120 мм, шир. 300—350 мм и дл. 3,5—4,0 м с железными залитыми внутри трубками, по которым проходит вода. В Америке вместо описанного устройства делают часто броню из стальных литых плит с фланцами, скрепляемыми болтами, или из чугуна с залитыми внутри трубками (фиг. 4). Иногда в Америке делают броню из очень толстых (200—250 мм) чугунных плит (без трубок), стянутых сильными бандажками и обильно поливаемых снаружи водой. В упрощенных конструкциях, вполне применимых для древесноугольных печей, где лещади и стены горна мало разъедаются чугуном и размеры горна значительно меньше, делают только клепаную броню и обильно поливают ее водой.

В верхней части горна, где имеется высокая t° , значительное давление газов и где протекают из более верхних горизонтов шлак и чугун, стены охлаждают вставленными в них горизонтально холодильниками, имеющими клиновидную форму (фиг. 3, *К*); их обычно ставят в 3—4 ряда. Холодильники представляют собою литые бронзовые закрытые коробки (фиг. 5) с перегородками внутри, служащими для направления струи воды, и с отверстиями для чистки. В Германии весьма распространены холодильники открытые, в виде охлаждаемых водой коробок без передней стенки. Кладка стенок верхнего горна стягивается или клепаной броней из листового железа, или стальной броней, литой с фланцами, или же просто обручами из полосового железа.

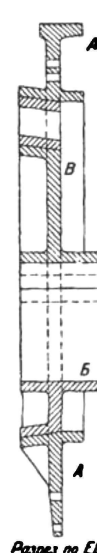
Рациональная конструкция чугунной и шлаковой леток и фурмового прибора имеет очень важное значение для работы у печи. Устройство крепления и охлаждения чугунной летки видно на фиг. 6. Оно состоит из трех стальных литых рам *А*, *Б* и *В*; первая наглухо склепана с броней горна, две другие скрепляются с ней фланцами, и их можно вынимать. За рамами помещаются холодильники *К*, *Л*, *М* и *Н* (фиг. 7) в виде чугунных плит с залитыми внутри трубками диам. 30—40 мм; из них холодильник *М*, окружающий леточное отверстие *а*, наиболее подвержен порче; холодильник *Н* приходится вынимать в случае необходимости пробурить леточн. отверстие выше нормального уровня (см. ниже Доменная плавка). Холодильники эти легко вынимаются после удаления соответствующих рам.

Устройство шлаковой летки (или фурмы, как ее иногда называют) видно на фиг. 3. Фурма *е*, представляющая собою кольцеобразную, с двойными стенками, литую бронзовую коробку, входит в такую же, но соответственно больших размеров амбразуру *д*, которая, в свою очередь, вставлена в амбразуру *О*; последняя представляет собою чугунную слегка конич. формы отливку с залитой внутри спиральной железной трубкой. Фурма и амбатура *д* также охлаждаются водой. Выходящее в печь отверстие фурмы *е* имеет диам. 50 мм и заткнуто железной на стержне пробкой, вынимаемой при выпуске шлака. Ж—чугунное корыто; шлак стекает по корыту или в специальные котлы, в к-рых и отвозится на свалку, или в яму с водой, где он гранулируется. Иногда устраивают (чаще в Германии) две шлаковые летки.

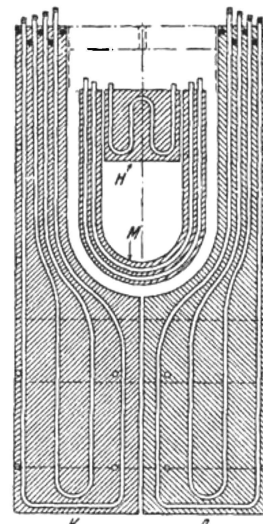
Устройство воздушной фурмы и всего фурменного прибора (стандартное на заводах Украины) показано на фиг. 3. Здесь *Ф*—фурма чаще всего кованая красной меди, но



Фиг. 6.



Разрез по ЕЕ



Фиг. 7.

м. б. и литая бронзовая или даже кованая железная; *а*—амбатура литая бронзовая, *в*—амбатура литая чугунная с залитой внутри спиральной трубкой; все они подобны амбатурам в шлаковой летке, но больших

размеров. Через фурму Φ проходит в печь воздух, а амбразуры a и b служат холодильниками для окружающей фурму кладки горна. К фурме воздух подводится соплом z в виде слегка конич. чугунной трубы. Рукав n —чугунный с футеровкой, состоящий из нескольких сочленений, служит для подвода воздуха к соплу из кольцевой воздушной трубы C . Все неподвижные соединения отдельных частей прибора делаются на простых заточках, все могущие менять свое положение—на шаровых; плотность соединений достигается пружинной стяжкой k . Продолжительность смены фурмы при этом устройстве—до 5—7 мин., бронзовой амбразуры—до 10—12 мин., в то время как при менее удобном устройстве фурм, применявшемся ранее, это требовало более часа времени. Принятые размеры фурмового устройства у разных печей видны из табл. 1.

Табл. 1. — Характеристика фурмового устройства.

Наименование размеров	Большие коксовые печи	Малые коксовые печи	Большие древесно-угольные печи
Диаметр глаза фурм в мм	180—200	150—160	100—120
Число фурм в печи . . .	12—16	10—12	6—8
Расстояние до лещади в м	2,0—2,75	1,6—2,0	1,3—1,6
Расстояние до шлаковой летки в м	1,0—1,2	0,8—1,0	0,3—0,5
Диаметр (внутренний) кольцевой воздушной трубы в м	0,9—1,2	0,6—0,8	0,4—0,6

Немецкие доменщики делают иногда добавочные фурмы, проводя их в заплечики, как показано на фиг. 1. Фурмы эти работают временами, при расстройстве хода печи. Кольцевая воздушная труба делается клепаю из листового железа и имеет внутри футеровку из огнеупорного кирпича в два ряда, толщиной по 120—125 мм каждый; наружный ряд м. б. сделан и из изоляционного кирпича. Труба подвешивается (в Америке) к колоннам (см. фиг. 3); иногда (в Германии) ее опирают на кронштейны, связанные с колоннами; последний способ хуже первого.

Заплекники в современных доменных печах делаются двух типов: толстостенные (фиг. 2), охлаждаемые заложенными в толщу кирпича холодильниками, и тонкостенные, заключенные в клепаемый из листового железа кожух, охлаждаемый поливанием снаружи водой. В первом случае толщина стенок делается в 2—2½ кирпича (600÷700 мм), и кладка снаружи стягивается железными кольцами, между к-рыми и закладываются в несколько рядов, в расстоянии 500—400 мм один от другого, бронзовые холодильники, подобные холодильникам верхнего горна. Тонкостенные заплечики (фиг. 3) делаются толщиной в один полуторный кирпич, т. е. в 340—350 мм и стянуты кожухом B из листов толщиной 20—25 мм. Кожух поливается водой из брызгал от кольцевой трубы, подводимой к углу, образуемому кожухом B и листами P ; козырьки b , не прилегающие плотно к кожуху, устроены для того, чтобы вода не разбрызгивалась в стороны. На той же фиг. 3 показан дру-

гой способ охлаждения заплечиков—при помощи чугунных плит A , аналогичных по устройству с описанными выше плитами G . Применением этих плит стремятся избежать свободного стекания воды по кожуху, что создает всегда некоторую сырость и грязь у печи, а главное—не допустить попадания этой воды за кожух при расстройстве швов кожуха, что наблюдалось на некоторых печах Украины.

Шахта. Кладка шахты доменной печи внизу делается толщиной 900 ÷ 1 000 мм, вверху 600 ÷ 800 мм; в настоящее время для кладки стен употребляют кирпич двух размеров: нормальный—250 × 125 × 65 мм и полуторный—375 × 150 × 65 мм, при чем часть кирпичей делают прямыми, часть—клиноватыми и, комбинируя те и другие, получают при выкладке круги разного диам. Снизу до $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ высоты употребляют кирпич первого сорта, далее—второго, на коксовых печах—шамотный, на древесноугольных—кварцево-глинистый.

Наружное крепление кладки шахты бывает, как уже упомянуто выше, двух родов: сплошной клепаемый кожух из листов толщиной от 12 до 30 мм, смотря по месту, величине печи, конструкции колошника и пр., или обручи из полосового железа шириной 125—200 мм, толщин. 20—30 мм, стянутые кольцами, клиньями или другими стяжными соединениями. Между кожухом и кладкой оставляется зазор в 150—200 мм, заполняемый расщебенкой из кирпича или другим подходящим материалом, позволяющим расширяться кладке, не передавая давления на кожух. Кожух позволяет укреплять на печи все колошниковое устройство, производить более быстро выкладку шахты при ремонте печи и предохраняет кладку от разрушений при взрывах и сильных осадках шихты в печи. Кольца считаются более дешевым способом крепления и позволяют увеличивать размеры печи при перекладке ее во время ремонта.

Кладка шахты вверху страдает от ударов материалов, поступающих в печь; внизу—от действия жара и истирания более твердыми частями спускающейся шихты. Существует несколько конструкций предохранения верха кладки от износа; наиболее простая и распространенная показана на фиг. 1 и 2. Это—чугунные массивные кольца, в несколько рядов заложенные между верхними рядами кладки и образующие по внутренней поверхности шахты почти сплошную броню. При других конструкциях кладка шахты не доходит до колошника, а заменяется вверху сплошным литым стальным охлаждаемым панцырем или рядом отдельных плит, приболченных к кожуху шахты.

Продолжительность кампании печи чаще всего обуславливается состоянием стенок шахты, при чем разгорает гл. обр. ее низ; при сильном разгаре низа получается опасность обрушения вышележащих частей кладки, сильно меняется профиль печи, что влечет, в свою очередь, расстройство хода печи и неэкономичную работу ее. Для предохранения низа шахты от разгара шахту снабжают несколькими рядами холодильников, вставленных в толщу кладки, как показано на

фиг. 1 и 2. Холодильники делают литые бронзовые, вставляемые в чугунные амбразуры, или открытые. Те и другие сходны с холодильниками для верхнего горна, но больших размеров; в СССР иногда применяют чугунные холодильники в виде плит с залитой внутри трубкой, без амбразур, ставя плиты за кожухом и выводя через отверстия в нем только трубки. Такие холодильники дешевы и не нарушают целостности кожуха, но их нельзя сменять во время работы печи. Некоторые конструкторы считают холодильники в шахте излишними, другие, стремясь сохранить профиль печи при разгारे, делают низ шахты (цилиндрич. распар) тонкостенным в кожухе, поливаемом водой, подобно описанным выше тонкостенным заплечикам. Недостатками этой конструкции является несколько большая потеря теплоты и возможность проникания воды за кожух при расстройстве швов его.

Стремление создать неизменяемый профиль печи привело к постройке «тонкостенной шахты Бургерса», которая вся состоит из рядов сболченных литых чугунных плит; с внутренней стороны плиты имеют ребра, между которыми выкладывается один ряд кирпича (на ребро); наружная поверхность шахты охлаждается поливанием водой. На вновь строящихся печах эта конструкция теперь нигде не применяется. В СССР на Макиевском заводе она оправдала себя при производстве ферромангана.

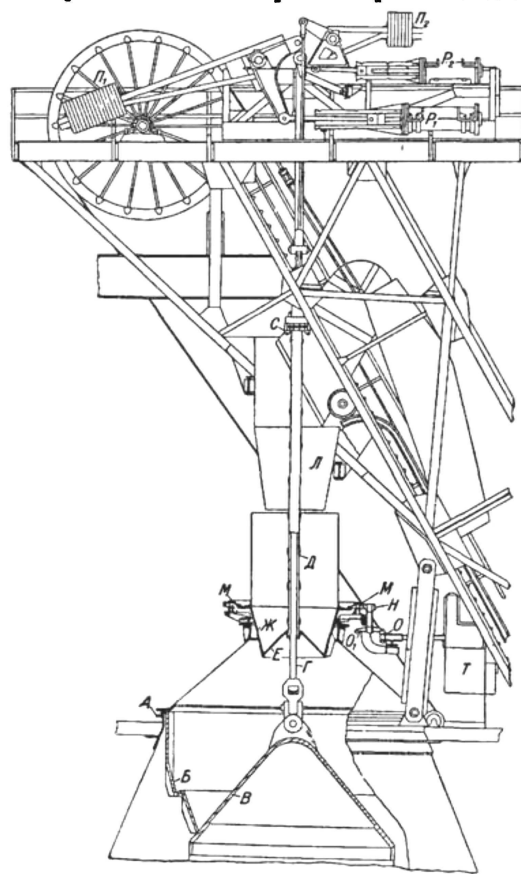
Газоотводы. Из-под засыпного аппарата, в верхней части колошника, газы удаляются через так наз. газоотводы. На больших печах обычно делают четыре газоотвода, на малых—два; площадь сечения газоотводов желательно иметь возможно большую, чтобы газы, уходя из печи с малой скоростью, возможно меньше уносили с собою из печи руды в виде пыли. Практически сечение каждого газоотвода достигает 1,0, редко 1,5 м². Газоотвод представляет собою клепаную из листового железа трубу диаметром от 0,6 (древесноугольные печи) до 1,25 м (коксовые печи), иногда футерованную внутри. На америк. печах обычно их направляют сперва вверх и только на нек-рой высоте отводят патрубком вниз к газоочистителям, как видно на фиг. 2. В Германии же делают газоотводы, как показано на фиг. 1, направляя их сразу вниз, что влечет за собой больший унос пыли из печи. На газоотводах в возможно близком расстоянии к выходу их из печи ставят так называемые газоотводные клапаны, отделяющие печь во время ее останковки от общего газопровода цеха. Кроме того, на газоотводе д. б. труба, отводящая во время стоянки печи газ из-под колошника в атмосферу и во время работы прикрываемая особым клапаном.

Распределительный аппарат. Колошник доменной печи сверху закрыт аппаратом, с одной стороны, не дающим газам уходить в атмосферу, с другой—служащим для распределения по определенному принципу материалов на колошнике печи. Наиболее распространенными и основными аппаратами являются два: «воронка и конус Парри» и «колокол Лангена». В первом аппарате неподвижная воронка прикрывается

опускающимся конусом (фиг. 9); материал, падая с конуса и образуя угол естественного откоса, располагается таким обр., что большее количество крупных кусков его ложится в середине печи, а к периферии—больше мелочи. Во втором аппарате неподвижная воронка закрывается сверху опускающимся колоколом, и материал, сыпаясь с воронки, располагается, как это показано на фиг. 8, образуя гребни мелочи на разном расстоянии от центра печи. Существует множество видоизменений и усложнений этих аппаратов.

Фиг. 8.

Чтобы не терять газ во время засыпки материала в печь на всех современных печах устраивают второй затвор: при аппарате Парри—в виде второго малого конуса, при других—в виде крышки, прикрывающей аппарат сверху. Все доменные печи Америки и большинство печей Запад. Европы и Украины имеют аппарат Парри, и только на древесноугольных печах разных районов и на



Фиг. 9.

нек-рых немецких коксовых печах остаются еще аппараты других систем. На фиг. 9 виден засыпной аппарат, снабженный двойным конусом Парри. Основное кольцо А соединено с клепаным кожухом колошника печи; на нем покоится состоящая из двух частей воронка В, прикрытая снизу большим конусом В, который шарнирно подвешен к

стержню Г; стержень этот связан системой рычагов с противовесом Π_1 , уравновешивающим собственный вес конуса, и паровым или воздушным цилиндром P_1 , который сообщает конусу движение при его открывании и закрывании. Малый конус Е, прикрывающий воронку Ж, жестко насажен на полую штангу Д, к-рая связана при помощи тяг и системы рычагов с противовесом Π_2 и цилиндром P_2 . Иногда маневрируют конусами и с помощью особых балансиров, движущихся от цилиндров, расположенных внизу, как показано на фиг. 2. Конусы и воронки делают обычно стальные литые, толщиной 50—55 мм (большие) и 35—45 мм (малые). Для правильности засыпки должна существовать определенная зависимость между диаметрами колошника и большого конуса, а именно—их разность делается от 1,2 до 1,5 м. Ход большого конуса делают 0,8—0,9 м, малого 0,6—0,9 м.

Подъемные и засыпные механизмы. В исключительно редких случаях, на очень малых древесноугольных печах сохранилась до настоящего времени ручная подача и завалка материала на колошник; обычно же она является в большей или меньшей степени механизированной. При печах старого устройства и небольшой производительности материал в вагонетках подвозится к вертикальному подъемнику у печи. Поднятые на уровень колошника вагонетки вручную подвозят к нему, опрокидывают, и материал падает на засыпной аппарат печи. При механич. или автоматич. загрузке материал вручную или механически подвозят к основанию подъемника печи и по наклонному мосту в особой вагонетке доставляют на колошник печи, где вагонетка автоматически опорожняется и возвращается к основанию подъемника; т. о., рабочие на колошнике не задерживаются. Все управление движением вагонетки и маневрирование конусами производится машинистом из будки подъемной машины, или же оно происходит автоматически: машинист пускает в ход механизм поворотом ручки пускового прибора.

Все автоматич. загрузки разных систем разделяются на две большие группы, смотря по тому, чем производится подъем—подвешенными бадьями или вагонетками на колесах (называемыми в Америке *скипами*). Первые распространены по преимуществу в Германии, вторые — в Америке; в СССР имеются и те и другие, но за последнее время предпочтение отдается скиповой загрузке. Немецкая бадья, представляющая собой клепаный цилиндр а (фиг. 1) с воронкообразной нижней частью, закрывается снизу конусом б, подвешенным на штанге в; она имеет объем 8—9 м³ и несет обычно сразу всю рудную сыпь колоши весом 10—18 т; америк. скип представляет собою открытый сверху ящик (фиг. 2 и 9) объемом 2,5—5 м³ и вмещает или 1/4 рудной колоши или 4—8 т полезного груза. В виду этого наклонный мост при немецкой бадьейной загрузке значительно тяжелее, чем при скиповой, подъемная машина д. б. большей мощности; скорость движения скипа 1,5—3,0 м/сек; бадья имеет меньшую скорость подъема (1,0—1,2 м/сек) и холостой ход; при подъеме бадьи иногда рас-

качивается и не садится хорошо на свое место, так что приходится иметь на колошнике одного или двух человек, наблюдающих за ее посадкой. В американских условиях стоимость подъема материалов на колошник на 1 т чугуна для бадьейной загрузки—96 коп., для скипов—32÷37 коп. Загрузка круглыми бадьями с успехом была применена в С. Ш. А. в 1896 г. на э-де Дюкен, где все устройство очень легко и много лет работает исправно, но в Германии конструктивная разработка той же идеи выполнена неудачно.

Загрузка Полига. Бадьейная загрузка системы Полига является наиболее распространенной в Германии и типичной для этого вида загрузок; она изображена на фиг. 1. По верхнему и нижнему поясам наклонного моста ходят две тележки—грузовая А и моторная Б; они связаны друг с другом канатом, перекинутым через шкив сверху моста. На грузовую тележку подвешивается бадья, на моторной имеются один или два мотора, вращающие зубчатки, сцепленные с зубчатой рейкой, уложенной вдоль всего верхнего пояса моста. Моторная тележка, двигаясь по рейке, тянет грузовую, уравновешивая ее в то же время своей тяжестью. Дойдя до верха, грузовая тележка переходит на добавочный изогнутый рельс и своей тяжестью опрокидывает балансир В, садясь в то же время на колошник печи. Под тяжестью материалов в бадье опускается конус, ее закрывающий, и материал высыпается в печь; облегченная бадья тяжестью противовеса возвращается в прежнее положение, после чего начинается опускание ее вниз. Одновременно с опусканием бадьи на колошник опускается и крышка г, преграждая выход газов в атмосферу во время опускания конуса. Управление движением происходит из будки Д.

При скиповой загрузке два скипа висят на концах каната, перекинутого через барабан подъемной машины; скипы имеют колеса на осях, прикрепленных к их кузову (фиг. 9), или же сидят на особых тележках (фиг. 2) и ходят по двум рельсовым путям на наклонном мосту. Опрокидывание происходит переходом передних колес скипа на изогнутый рельс, как это видно на обеих фигурах. Мощность мотора подъемной лебедки от 150 до 250 НР. Вследствие того, что опрокидывание скипа на малый конус происходит всегда с одной стороны, что ведет к неправильному, т. е. одностороннему, распределению материалов на большом конусе, а затем и на колошнике печи,—при этой загрузке необходимо иметь особый распределительный аппарат, к-рый производил бы правильное распределение материалов на большом конусе. Существует много конструкций и систем таких засыпных аппаратов; из них наиболее распространены, надежны в работе и дают наилучшие результаты два: аппарат Макки и аппарат Кеннеди.

Засыпной аппарат Макки изображен на фиг. 9. В нем материал из скипа через неподвижную направляющую воронку Л попадает во вращающуюся распределительную воронку Ж. Верхняя часть этой воронки клепаная, нижняя — литая, лежащая своей кольцевой ребордой М на шариковом ходу,

опирающемся на неподвижную часть аппарата. Реборда *М* имеет по наружному краю зубчатку, сцепленную с шестерней *Н*, к-рая получает вращение через зубчатую передачу *О-О₁* от электромотора *Т*. Вместе с воронкой вращается и закрывающий ее конус *Е*, полая штанга которого *Д* висит на кольцевом шариковом подпятнике *С*, связанном тягами с системой рычагов и цилиндром *Р₂*, служащим для маневрирования малым конусом.

Работа аппарата состоит в следующем: после засыпки в воронку содержимого каждой вагонетки первой колоши воронку поворачивают на угол 60°; затем опускают малый конус, и материал первой колоши равномерно распределяется по большому конусу, а потом и по колошнику; далее, воронку поворачивают на нек-рый угол (15—20°), и засыпка второй колоши производится таким же порядком, как и первой. Так же поступают и при засыпке последующих колош. Получается такое распределение материала на большом конусе, как если бы каждая колоша опрокидывалась из скипа не с одной стороны, а с шести равномерно расположенных по окружности сторон, т. е. достаточно правильно и равномерно.

Аппарат Кеннеди чрезвычайно прост; он отличается от аппарата Макки тем, что не имеет никаких вращающихся частей. Распределительная воронка сужена до размера 1100 мм; материалы, неравномерно распределенные в воронке, пройдя ее узкую часть, перемешиваются и равномерно распределяются по большому конусу.

Колошниковые мосты. Наклонный мост состоит из двух или трех связанных собою решетчатых ферм на двух опорах; одна опора, под нижним концом ферм, находится на земле, друг. опора верхнего конца — через посредство качающейся серьги или скользящей ноги опирается на кожух печи в американских печах и на колонны в немецких (фиг. 1).

Для удобства монтажа засыпного аппарата служит выдвинутая за габарит печи монтажная балка с тележкой, опирающаяся или на мост, или на вертикальные газоотводы, или на особые колонки на колошнике. Вокруг колошниковой прибора имеется небольшая площадка, опирающаяся на кронштейны, приклепанные к кожуху печи, или на колонны. В печах с ручной загрузкой эта площадка д. б. достаточно велика, чтобы свободно маневрировать на ней с вагонетками.

II. Доменная плавка.

Доменная плавка—способ получения чугуна из руды в доменных печах. Доменная печь является печью непрерывно действующей, т. е. после ее пуска, или, как говорят, «задувки», она работает в течение нескольких лет с кратковременными остановками лишь при выпусках чугуна, ремонте летки, смене различных охлаждающих устройств и с более длительными остановками в случае каких-либо аварий в роде побега чугуна, сильного расстройства хода печи и необходимости ремонта какой-нибудь части оборудования. Опораживают печь, «выдувая» ее только тогда, когда стенки настолько разгорели, что создают угрозу крупных

разрушений, или когда профиль настолько изменился, что работа печи, сопровождаемая частыми расстройствами хода и требуя повышенного расхода горючего, становится неэкономичною. Раньше, при малой интенсивности работы печей, кампанию их стремились продлить возможно дольше, до 5—8—12 лет; в настоящее время кампания длится 3½—4 г.: считается выгодным взять от печи максимум производительности при наиболее интенсивной работе и выдуть печь на ремонт, не допуская ухудшения экономических результатов работы печи.

Задувка печи. После капитального ремонта или постройки новой печи, перед ее пуском, необходимо предварительно высушить кладку печи. С этой целью в СССР обыкновенно разводят дровяной костер на лещади. Продолжительность сушки — 5 ÷ 6 дней; раньше придавали этому больше значения, и сушка продолжалась 2 недели и более. Перед пуском нижний горн печи заполняется коксом, верхний горн и область заплечиков—дровами, обычно в виде старых шпал; далее идут 3—4 холостых колоши кокса, 7—8 колош кокса с известняком и доменным шлаком, далее колоши с рудой, количество к-рой постепенно увеличивают (5, 3, 2 и т. д. единицы кокса на единицу чугуна), доходя до нормы. В том случае, если нет на предприятии других работающих печей, в горн перед фурмами кладут стружки, смочен. легко воспламеняющимися веществами, зажигают их и дают им гореть нек-рое время без подачи воздуха от воздуходувок, а потом уже пускают дутье, при чем коуперы, насколько возможно, разогревают дровами. Если работают другие печи и можно иметь для задувки горячее дутье, его пускают сразу; в этом случае не обязательно заполнять дровами верхний горн и заплечики—их можно заменить коксом; первое все же предпочтительнее, так как сгоревшие дрова освобождают место для опускания шихты; в противном случае часто получаются вскоре после пуска печи подвигания, что крайне нежелательно. Все материалы шихты для начала работы д. б. лучшего качества, тщательно отсортированы и проанализированы, чтобы полученные шлаки наименее отличались от расчетных. Наибольшая опасность при пуске печи заключается в разъедании первыми шлаками стенок горна, в виду чего их следует делать сильно основными и не давать в шихту сварочного или бессемеровского шлака, а, наоборот, желательно иметь в ней доменный и мартеновский шлаки. Все вспомогательные устройства у печи должны быть перед пуском тщательно проверены, чтобы не иметь вынужденных остановок печи, особенно вредных в первые часы работы.

Работа печей. Ведение доменной плавки до сих пор является в значительной степени искусством, так как работа печи зависит от множества самых разнообразных условий, и явления, которые происходят в печи, мало доступны наблюдению и вообще недостаточно выяснены. Только немногие условия плавки, а именно, состав шихты, количество и нагрев воздуха, находяться в руках техника, и ими он может оперировать, направляя работу печи. Из условий, неблагоприятных