

ҚАЗАҚ ССР ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

И.А. ОҢАЕВ

және

А.Д. АБЛАНОВ

МЫС МЕТАЛЛУРГИЯСЫ

2-басылым

Алматы – 2007

Жауапты редакторы А.Ж. МАШАНОВ
Қазақ ССР Ғылым Академиясының мүше-корреспонденті

СӨЗ БАСЫ

Бұл, «Мыс металлургиясы» кітабын жазған, менің шәкірттерім, инженер-металлургтер И.А. Оңаев және А.Д. Абланов жолдастар. Бұлардың алдына қойған мақсаттары — жалпы қазақ оқушыларына, Қазақстанның металлургия өнеркәсіп орындарында жұмыс істеп жүрген қазақ жұмыскерлері мен мастерлеріне, өзінің ана тілінде және мамандығына сәйкес мыс металлургиясымен таныстыруға арналған алғашқы талаптары еді.

Гүлденген қазақ халқы, ұлы орыс халқының жәрдемі арқасында және Советтер Одағындағы басқа халықтармен тізе қоса өсіп, өркендеп, өзінің өнеркәсіп орындарын және мәдениетін күннен-күнге күшейтіп, өткен сталиндік бесжылдықтарда Советтер Одағының ең негізгі металлургиялы қорының бірі болып отыр. Мұнымен қатар, Қазақстанда өркендеп келе жатқан металлургия өндірістерінің ішінде қорғасын қорыту өндірісі Советтер Одағында (қала берді Еуропа мен Азияда) бірінші орын алады. Мыс, цинк, бағалы және сирек кездесетін металдар, болат және басқа темір қорытпаларын қорытатын өндірістер осы кезде тез өсуде.

Отанышыздың өнеркәсіп құрылыстарығада, онымен қатар-металлургия өндірістерінде қазақ жастары өте белсене қатынасып жүргені өздеріңізге мәлім. Олардың ішінде металлі қорытудың әдістерін толық үйренген стахановшылар да аз емес. Советтер Одағының жоғарғы дәрежелі техникалық және оның ішінде Алматыдағы Тау-металлургия институтынан білім алған жүздеген қазақ инженерлері ССРО-ның металлургия өндірістерінде істеп те жүр. Бұлардың ішінде өндірісті ілгері бастырып, оның мәдениетін жоғары көтеріп отырған, алдыңғы қатардағы қазақ инженерлері де көбеюде.

Жоғарыда аттары аталған Қазақ ССР Ғылым Академиясының ғылыми қызметкерлерінің алдына қойған мақсаттары: тек бұл кітап ғана емес, ілгеріде қазақ жұмыскерлеріне арнап қорғасын, цинк металлургиясы туралы басқада кітапшалар жазып шығармақ.

Техника жөнінде авторлардың бұл жазған кітабы ең алғаш рет жазылып отыр деуге болады. Сондықтан ішінде техника жағынан, болмаса термин жағынан қателері де болуға мүмкін. Ондай қателері болса, келешекте түзету үшін, оқушыларымыз авторларға білдірулері керек.

Терминология туралы біраз сөз. Армениядағы Зангезур мыс зауытында істеп жүргенімде, мен Азербайжан жұмыскерлерімен және ескі Иран мастерлерімен де кездесіп жүрдім, олардың тілдерінде ескі шығыстың металлургия терминдері де қолданылатын. Дегенмен, ол терминдер өте қарапайым және жұмыстың ескі әдістеріне ғана сәйкес еді. Әрине, біздің совет халықтары, ұлы орыс халқының арқасында зор мәдениетке жеткендігі кімге болса да мәлім. Осымен қатар, техника сөздерінің көпшілігі орыс тілінде кездеседі. Міне, сондықтан халық аузында өз тілінде айтылатын (металл, аспап, машина т.б.) заттардың аты болмаса, басқа техникалық терминдер негізінен орысша алынуы керек.

Қазақ ССР Ғылым Академиясының мүше-корреспонденті, Х.К. АБЕТИСЯН

І ТАРАУ. ҚАЗАҚСТАНДА МЫС МЕТАЛЛУРГИЯСЫНЫҢ ТАРИХЫ ТУРАЛЫ ҚЫСҚАША ТҮСІНІК

Бұрынғы Ресей жерінде мыс қорыту жұмысы XVII ғасырдың орта шенінен ғана басталады. Сол кездерде Орал тауларының әр жерінен мыс кендері табылып, солардың жанынан мыс қорытатын кішкене заводтар салына бастаған еді, осы заводтар бертін келе ұлғайтылып, өткен XIX ғасырдың аяқ шеніне дейін Россияны мыс қорыту ісінде әлде қайда ілгері бастырды. Онымен қатар тек Орал мыс кендері емес, бертін келе Кавказ, Сибирь және қазіргі Қазақстан жерлерінен де бір неше мыс кендері ашылып, солардың жанынан кішкене мыс заводтары салына бастайды.

Қазақстанның кен байлығы, тіпті ертерек уақыттан белгілі болғанмен, бертінге дейін елеусіз келіп, тек XIX ғасырдың бас шенінде ғана жұрт аузына ілініп, орыс және шетел капиталистерінің назарын аударды.

Бұрынғы патшалық Ресей қазақ жеріне өзінің жалпы отарлау саясатын жүргізумен қатар, бертін келе қазақ даласындағы кен байлығын орыс сәудегерлері арқылы пайдалану саясатын қолланды. Бұл сәудегерлер Қазақстан жерін көп шарлап, кен, отын, шикізат шығатын және завод, фабрикалар салатын, жұмысшылар мен көлік күштері арзан табылатын өздеріне тиімді орындарды іздейтін болды. Міне, осы саясатты іске асыру жөнінде С.И. Поповдеген Семей қаласының белгілі сәудегері қазіргі Қарағанды облысы Қарқаралы ауданындағы Берікқара дейтін жерден 1834 жылы қорғасын, күміс және мыс кендерін ашып, Түндік өзенінің бойынан Благодатно-Степановский заводын салдырды. Бұл завод мөлшері 17 жыл шамасында істегеннен кейін тоқтады. Себебі мысқа өте бай тотық рудалар біте бастағаннан кейін, оның пайда келтіруі шамалы бола бастады. Сондақтан бұл заводтың жабдығы 1849 жылы, Баянауыл округіндегі «Қанды-Қарасу» деген қорғасын, күміс және мыс кендеріне жақын жерге көшіріліп, сонда Александровский заводы салынды. Бұл завод 15 жыл ішінде 900 тонна қорғасын, 300 тонна мыс және 0,42 тонна күміс қорытта.

Поповтардың салдырған заводтары тек бұл ғана емес Жоғарыда айтылған Благодатно-Степановский және Александровский заводтарының қорытатыны тек тотық рудалар ғана болатын. Кендерде кездесетін мысқа бай сульфид рудалар қорыту жағдайына сәйкес келмегендіктен қазылмай қалдырыла берген.

Мысқа бай тотық рудалардың запасы азайған себепті, бірінші рет 1890 жылдар шамасында, тотық руда мен сульфид рудаларын араластырып қорыту үшін қазіргі Қарқаралы қаласының жанынан (18 километр) Космодемьянский заводын салдырған.

Бұл кезге дейін тотық рудаларды көмірмен араластырылып тас пештерде қорытып, төтесінен мыс алса, Космодемьянский заводында олар төтесінен мыс ала алмай, тек штейн алды. Бұл штейннен мысты айыру үшін, олар штейнді 18-20 күндей күйдіріп, тотыққа айналдырып, сонан соң ғана қайта қорытын мыс алатын болды.

1847 жылы Екатеринбург (қазіргі Свердловск) қаласының сәудегері

Н.А. Ушаков қазақ жерінен кен ашуға, завод, фабрикалар салуға Ақмола округіне келіп, кен іздеу жұмыстарын жүргізді. Сөйтіп, қазіргі Қарағанды облысындағы Нілді (Успен) мен Спастан мыс кендерін, Қарағандының оңтүстігінде 25 километр тұратын Сораңнан тас кемір кенін біліп, сол жылдың жазында Ақмоланың округтік «Таңба салым» приказына мәлімдеді. Бұл жерлерді Ушаков 1848—1852 жылдары жер иелері қазақтардан 428 сом 57 тыйынға «сатып, алған».

Бірақ, осы кен байлықтарын Ушаков жалғыз өзі меңгере алмады. Сондықтан ол 1852 жылы Екатеринбургтың (қазіргі Свердловск) ірі сәудегерлері: Рязанов және Зотов дегендермен бірлесіп компания құрып, бұл кендерді әртүрлі амалдармен өкімет орындары арқылы өздерінің атына тіркетіп алды. Бұл компания осы кен орындарын сатып алғаннан кейін өндіріс ашып, құрылыс жұмыстарын жүргізе бастады. Бірақ өндіріске керек жұмысшылар қазақ даласында алғашқы кезде көптеп табыла қоймағандықтан, Орталық Ресейдің біраз крепостной шаруаларын әкеліп, жергілікті қазақ ауылдарының кедей шаруаларымен араластырып, 1856 жылы қазіргі Спастан (Қарағандыдан 40 километр), кішкене Спасско-Воскресенский және Нілдіден Успенский рудниктерін ашты. Мұндағы мыс рудаларын аздап тәжірибе ретінде ғана қорыта бастады.

Қазірде Спасско-Воскресенский руднигінің ол орынында тек қазылған кеннің ескі сұрлеу ізі ғана бар. Бұл орынды жергілікті қазақтар «Көктас қазған» жер деп атайды.

Сонымен бұл компания, жоғарыда айтылған жұмыскерлердің тегін еңбегінен арқасында 1857 жылдан 1862 жылға дейін Спас кенінен мыс қорытатын завод салдырды. Спас заводы 1862 жылдан 1886 жылға дейін 7340 тонна мыс қорытты. Дегенмен, бұл завод 1886 жылы тоқтап қалды. Бұған себеп: компанияның басты мүшелерінің бірсыпыралары компаниядан шығуы (Ушаков, Зотов), келешекте өндіріс жұмыстарына кедергі келтірді.

Тек 11 жыл өткеннен кейін, 1898 жылдан бастап завод қайта жүргенімен, заводтың өнімі бұрынғыдай болмады. Демек, компаниядағылардың көпшілігі шығып кеткен соң жалғыз Рязановтың мұрагерлігі жеткілікті қаржы таба алмай қысылып, онымен қатар, өкімет орындарынан да қаржы ала алмады. Міне, осының нәтижесінде бұл өндірістер көңілдегідей дамып алмай, өнімді аз беріп, өндіріс иелерін қанағаттандыра алмады.

Осындай халде Рязанов мұрагерлері бұл өндірістерді өз күшімен өркендете алмайтын болған соң, я арендаға беруге, болмаса басы бүтін сатып жіберуге құштар болды. Сөйтіп, Рязанов мұрагерлері ағылшын, француз капиталистері ұйымдастырған Сибирь синдикатымен байланысып, соған 1904 жылы, жылына 60 мың сом алып тұратын болып, 3 жылға арендаға берді. Бірақ, ағылшындар мұнымен де қанағаттанбай, жоғары өкімет орындарынан қуынып, 1905 жылы 776000 сомға мүлде сатып алды.

Міне, осы уақыттан бастап, қазіргі Қазақстан жерлеріне шетел капиталистері, әсіресе, батыс Европа капиталистері қол суға бастады.

1906 жылға дейін Спас заводы бұрынғы қалпында істеп келіп, артынан

кеңітіліп, бірнеше тас пештері және штейнді сұйылту үшін бірер шарпу (отражатель) пештері салынды. Заводты кеңітіп үлкейтуге себеп болған, сол кездегі мыс бағасының қымбаттығы еді. Онымен қатар, шетел капиталистері заводты сатып алған күннен бастап, оның технология тәжірибелерімен жақсы танысып, кейбір қорыту аспаптарын өздерінше құрды. 1908 жылдан бастап бұрынғы орыс өнеркәсіпшілерінің тәжірибелерін қолданбай, штейнді сұйық қалпында конвертерде қорытып, тазармаған мыс алып, онан рафинадтау пештерінде таза мыс алды. Міне, осы қалпында завод 1915 жылға дейін тоқтамай істеп, 17 жылдың ішінде (1899—1915 жж.) 31289 тонна мыс берді. Мұнан былай қарай мысқа бай рудалардың запасы бұл кендерде кеми бастап, заводтың технологиясын жүргізу қиындыққа айналады. Демек, мыс рудалары кедейлене бастап, ішіндегі мыс 7—8 проценттен аспай, отын, флюс заттарын көбірек тілейтін болды. Сондықтан, бұл қиыншылықтарды жеңілту үшін руданы байытып, мысқа бай концентрат алу ниетімен ағылшындар 1914 жылн Жақсы Сарысу өзенінің бойынан (Успен руднигінен 12 километр) байыту фабрикасын сала бастайды. Бұл байыту фабрикасы 1946 жылдан бастап істеп, аса сапалы болмаса да сол кездегі техниканың жағдайына қарай, ішінде 22—26 процент мысы бар концентрат беретін болған.

Бірақ бұрынғы тас пештерде уақ концентратты қорытуға болмайтындықтан, суткелік өнімі 30—35 тонна шихта қорытатын шарпу (отражатель) пешін салуға тура келді. Сол кезде Спас заводы да үлкейтіліп бір шарпу пеші салынды.

Сонан соңғы шетел капиталистерінің бір қол сұққан жері Жезқазған мыс кендері еді.

Жоғарыда айтып кеткен орыс сәудегері Упачов 1847 жылы бұл кендерді өзіне қаратып, бірнеше жыл бойы кен байлығын тағайындау жұмысымен ғана шұғылданды. 1909 жылы, өзінің қаражаты жетпей, өкімет көмек бермеген себепті, Жезқазған кендерін ағылшын, француз капиталистеріне сатты. Бұлар 1907 жылдан бастап 1912 жылға дейін кенді зерттеу жұмыстарын ғана жүргізіп, 1913 жылы Қарсақпайдан мыс қорытатын завод салмақ болды. Бірақ, 1914 жылы басталып қалған соғыс әрекетімен құрылыс жұмыстары жөнді жүргізілмей, 1919 жылы заводтың құрылысы таза тақтады.

Міне, Қазақстанда Ұлы Октябрь социалистік революциясына дейінгі мыс металлургиясының қысқаша жағдайы осы еді.

Ал, Ұлы Октябрь социалистік революциясынан кейін де бұл мыс өндірістері тезінен жүре қойған жоқ. Демек, бұлардың біразы сол кезде бүлініп, істен шығып қалған еді. Онымен қатар, жалғыз бұл емес, еліміздің сол кездегі соғыстың салдарынан, жалпы шаруашылығының күйзелгені өздеріңізге мәлім.

Сонымен, Ұлы Октябрь социалистік революциясынан кейін Қазақстан көлемінде бірінші салына басал, елімізге мыс қорыта бастаған қазіргі Қарсақпай заводы.

1925 жылдан бастап, бұл завод түзетіліп, салынбай қалған жерлері

кайта құрылып, бұрынғы Спас заводының жабдықтары осыған әкелінді.

Мұнымен қатар, ағылшындар суға толтырып кеткен Жезқазған мыс кендері (Қарсақпайдан күншығысқа қарай 60 километр) жарамды қалпына келтірілді. Оның көлеміндегі мыс рудаларының запасын тағайындау үшін елімізге атағы шыққан Қ.И. Сатпаев бастаған совет геологтері, зерттеу жұмыстарын жүргізіп, Жезқазған кенінің запасы бұрынғы ағылшындар тағайындаған жаппастан әлдеқайда артық екенін дәлелдеді.

Жезқазған кенінің осы күнгі тағайындалған мыс запасын алатын болсақ, тек Қарсақпай заводы түгіл, басқа мыс заводтарын да рудамен қамтамасыз ете алады. Мұнымен қатар мыс қорытуға керекті флюс материалдары, су, электр станцияларына жағылатын көмір, мыс заводтарына жақын жерден табылып отыр.

Жоғарыда көрсетілген Қарсақпай заводы 1928 жылдың күзінен бастап мыс қорыта бастады. Сол жылы геолог М.П. Русаков Қоңырат мыс кенін зерттеді. 1931 жылдан бастап Балқаш көлінің жағасынан (Қоңырат кенінен 18 километр) Европа көлемінде бірінші орын алатын Балқаш мыс заводы салына бастады. Бұл заводтың құрылыс жұмыстары 1938 жылы бітіп, сол жылдың күзінде елімізге таза мыс бере бастады.

1937 жылдан бастап Ертіс өзенінің жағасында (Өскемен қаласынан 12 километр) бұрын ағылшын байлары қорғасын қорытқан Ертіс заводы түзетіліп, мыс қорытатын болды.

Міне, осы уақыттан бастап Қазақстан мыс өндірістерінің есіп дамуы, жоғарыда айтылған Қарсақпай, Балқаш және Ертіс мыс заводтарының жұмыстарының ілгері басуына байланысты болды. Әрине, бұл заводтардың қазіргі технологиялық схемаларын, ескі мыс заводтарының (Спас) схемаларымен салыстыруға болмайды. Өйткені біздің Қазақстан мыс рудаларының құрамасы басқа кендердің (Орал) мыс рудаларының құрамасына қарағанда өзгеше де, қорыту болмаса байыту жағынан ерекше технология керек қылады. Бұл жаңа технология схемалары көңілдегідей, жарамды түрінде тек Совет өкіметі тұсында ғана жөнделді.

Қазақстанда мыс өнімінің осы кездегі молайғандығын мына сандардан байқауларыңызға болады.

Социалистік Октябрь революциясына дейінгі Қазақстан жеріндегі Спас заводының 30 жыл ішіндегі (1857—1888 жж.) қорытқан мысынан, қазіргі Балқаш заводының бір жылда қорытқан мысы бірнеше рет асып түседі. Ал, 1913 жылғы бүкіл Ресей көлемінде қорытылған мысты алсақ, Балқаш заводының жылдық мыс өніміне де жетпейді.

Ұлы Отан соғысынан кейін қабылданған үстіміздегі 4 бесжылдықта Қазақстанның қазіргі түсті металл кәсіп орындары ұлғайтылып, жаңадан түсті металл кәсіп орындарын салуға 1.800 миллион сомнан аса қаржы жұмсалып отыр. Бұл ұсталатын қаржы бірінші бесжылдықтан 5,3 есе, екінші бесжылдықтан 1,4 есе, үшінші бесжылдықтан 1,3 еседей артады. Бұл бесжылдықта республикамыздағы металлургия кәсіп орындарының жалпы өркендеуімен қатар, мыс өнеркәсібі де мейлінше ұлғаюы керек. 1950 жылы Қазақстан мыс заводтары 1940 жылмен салыстырғанда мысты 2,6 есе артық

қорытуы керек. Ал, жеке Балқаш заводының өзін ғана алатын болсақ — 3 есе артық қорытуы керек. Жаңа бесжылдықта еліміздегі «түсті металлургияның магниткасы» — Жезқазған мыс комбинаты салынып бітеді. Балқаш мыс заводы мен Қоңырат мыс кендері бұрынғысынан да ұлғайтылуға тиіс.

Міне, жаңа бесжылдықта жоспар бойыша шығыста түсті металдар ордасы — Қазақстан алдында қойылып отырған міндеттер осылар. Әрине, Қазақстан металлургиясы бұл міндеттерді артығымен орындайды дед сенеміз.

II ТАРАУ. МЫСТЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ОНЫ ПАЙДАЛАНУ

Қазіргі уақытта қолданылып жүрген металдардың ішінде ең алғаш кездесіп, бірнеше дәуірлер бойы қоғам мәдениетімен бірге жасасып, оған еңбек құралы ретінде қолданылып келе жатқан металдың бірі мыс металы болады.

Ескілікті тарихи мәліметтерге қарағанда — мыс металын адам баласы темірден де бұрын қолдана білген, мұнан 4 000 жылдар бұрын шамасында, табиғатта таза түрінде кездесетін мыстан құрал, үй ішіне керекті саймандар жасайтын болған. Мыс рудаларын жай жерге жаққан отқа қорытын, онан таза мыс алу да сол уақыттарда қолданыла бастаған болуы керек.

Ертеде алтын, күміс пен бірге мыс та әдемілік, сәндікке қолданылып келген болса, бергін келе мыстан әртүрлі қаружарақтар жасап, тіпті, қоңырау, зеңбірек және басқа заттарда дайындайтын болды.

Бізге белгілі түсті металдардың ішінде мыс металы өзінің қасиетіне қарай ерекше орын алады. Демек, мыс басқа металдарға қарағанда жұмсақ, созылғыш, өңдеуге аса икемді келеді. Анық таза мыс жібекше құлпырып аса қызыл бол-май, күнгірт, күреңдеу. әдемі болады. Мыс 1083 градуста қорық бастайды. Сыбағалы салмағы 8,8. Құрғақ түрінде түсі өзгермейді. Бірақ та, сәл дымқылға кездессе тез түсін өзгертіп, тотығып, сырты көгере бастайды. Таза мыс электр тогін өткізгіш, тұтқыр келеді.

Мысты басқа металдармен қоса қоратып, бірнеше қорытпалар да алуға болады. Мысалы: мысты қалайымен қосып қорытсақ — қола қорытпасын аламыз. Мысты қорғасын, цинкпен қосып қорытсақ — жез, мырыш қорытпаларын аламыз, тағы сол сыяқтылар. Жалпы айтқанда, қалайы, қорғасын, цинк, алюминий, никель қоспалары мыстың жалпы қасиетін өте жақсартып, оны созылғыш, тапталғыш етіп — беріктігін арттырады.

Мұнымен қатар, мыстың ішінде зиянды, іске тиімсіз қоспалар да кездеседі. Мысалы, мышьяк, фосфор, сурьма сыяқты қоспалардың сәл жұғыны мысты омырылғыш етіп, өңдеуге келтіртпейді. Мыстың қасиеттері — қысқаша айтқанда осы.

Қазірде, көбінесе таза мысты қолданатын — электр өндірістері (электр сымы, әртүрлі құралдар, электр өлшегіш аспаптар т.б.).

Жоғарыда айтылған мыс қорытпалары машина жасайтын және автомобиль өндірістерінде қолданылады.

Бұл айтқанымыз, тек негізгі өндірістер ғана. Ал, жалпы алғанда, мысты

қолданбайтын өндіріс тарауы жоқ деуге де болады. Өндірістердің қай тарауын алсақ та мыс я таза қалпында, болмаса қорытпа қалпында пайдаланылып, онан неше түрлі құралдар, саймандар, тіпті, үй ішінде күнделікті қолданылатын ыдыс-аяқ аспаптарға шейін жасалады.

III ТАРАУ. МЫС РУДАЛАРЫ

Жоғарыда айтылған мыс металының табиғатта таза түрінде кездесуі өте сирек болады. Мыс металының бұл түрі біздің Советтер Одағында Орал және Қазақстан кендерінен аздап ғана табылған. Қорыту әдісімен алынған таза мыс пен кеннен табылған табиғи мыстарды салыстырғанда, әжептәуір айырма бар екендігі белгілі болып тұрады. Кеннен табылған мыстың сырты жасыл тартып, темір тотығы сыяқтылау, күңгірт келеді. Оның себебі, ішінде темір, күміс тағы сол сыяқты қоспалары болады.

Жер қатпарларында мыс металы көбінесе басқа элементтермен химиялық қосылған түрінде кездеседі. Мысалы, күкіртпен қосылған түрінде, оттегімен қосылған тотық түрінде, көмір тегінің қышқылымен қосылған тұздары түрінде, тағы сол сыяқтылар.

Осы сыяқты, мыс металының қоспалары мыс минералдары делініп аталады. Ал, бұл минералдардың өзі де жеке түрінде көп кездесе қоймайды. Табиғи жағдайда көбінесе олар мыс емес, басқа бос минералдармен араласып жүреді. Мыс минералдарымен көбінесе араласып жүретін минералдар мыналар: пирит, силиций тотығы (кварц, ақ тас), ізбес тас, алюминий тотығы, саз топырақ т.б.

Сол мыс минералдары араласып жүрген тау жыныстарынан мыс металын пайдалы түрде айырып алуға келетін болса, оны біз мыс рудасы деп атаймыз. Бірақта «руда» деген түсінік өзгермейтін тұрақты түсінік деп ұқпау керек. Мыс металының халық шаруашылығына қажеттігіне қарай, оны қазып алып, қорыту техникасының дәрежесіне қарай, бір жағдайда руда болып саналған заттар, екінші жағдайда — руда емес болып қалады. Мысалы: бұрынғы кезде, Ресейде мыс заводтары, көбінесе, ішінде мысы көп рудаларды ғана қорытатын. Себебі, ездеріңізге мәлім, бұрын Ресей патшалығының жерінде темір жол қатынасы өте аз болғандықтан, руданы заводқа көбінесе көліктермен тасыйтын. Сол кездерде Қазақстан заводтарында руданың ішінде мыс 5—7 проценттен кем болса, Кавказда 3—5 проценттен кем болса, Оралда 1,5—2,5 проценттен кем болса — ол руда болып саналмайтын.

Ал, сол кездегі Американы алатын болсақ, онда рудада 0,8—1,0 процент мыс болса, болмаса 0,5 проценттен жоғары болса, мыс алуға жарамды руда деп есептейтін, себебі, онда темір жол қатынасы өте жыйы да және ол уақытта Америкада ауыр өндіріс күннен күнге ұлғайып, мыс металын көп тіледі. Қазірде біздің заводтар 0,5 проценттен аса мысы бар рудаларды жарамды деп тауып, онан мысты айырып ала береді. Бұған ең негізгі себептер мыналар:

1. Күн санап өркендеп өсіп отырған социалистік өндірістерді таза мыспен қамтамасыз ету қажеті.

2. Темір жол және одан басқа да жол қатнастарының руда тағы басқа да заттарды тасуға зор мүмкіншілігінің барлығы.

3. Соңғы кезде руданы байыту әдісі, яғни мысы жоқ бос минералдар мен тау жыныстарынан мыс рудасын тазарту анағұрлым ілгері басты.

Соңғы айтылған руданы байыту мәселелері жөнінде төменде әдейілеп тоқтап кетеміз.

Сонымен, мыс минералдары (рудалары), өзінің құрылысына, элементтермен қосылуына қарай негізгі екі топқа бөлінеді.

1. Күкіртті мыс минералдары, былайша айтқанда сульфид мыс минералдары (рудалар).

2. Мыс тотық минералдары (рудалары).

Бірақ, бұл екеуі табиғи біріне-бірі жанаспайтын, оның үстіне өзалдына бөлек кездесетін нәрселер емес. Күкіртті мыс рудасы — сульфидтер жер бетіне таяу я болмаса шығып жатса — ол ауаның, судың әсеріменен тотығып, басқа түрлі қосындыларға айналады, яғни — мыс тотық рудалары пайда болады. Басқа сөзбен айтсақ, мыс кендерінің бет жағы тотыққан руда болып келедідағы, тереңдеген сайын тотықпаған таза сульфид рудалары басталады. Мысалы: Қарсақпай, Балқаш заводтары ең бастап істей бастаған уақыттарында мыстың тотық рудаларын қорытып, сонан мыс алды. Ал, қазіргі уақытта бұл заводтар сульфид рудаға көшті. Себебі, бұл заводтарға руда беретін Жезқазған, Қоңырат сыяқты үлкен кендер бұрын тереңдемей, жердің үстінгі қыртысына жақын тотық рудаларды шығарса, қазірде тереңнен сульфид рудаларын шығарады. Міне, сондықтан біздің Советтер Одағында мысты көбінесе күкіртті (сульфид) мыс рудаларынан қорытып алады.

Енді сол екі түрлі мыс рудасының басты минералдары мен олардың химиялық құрамалары, әр қайсысының ішінде неше процент мыс металы барлығымен танысып етейік.

1. Сульфид мыс минералдары мыналар:

1) Халькозин — Cu_2S (ішіндегі мысы 79,8 процент).

2) Ковелин — CuS (« « 66,4 «)

3) Борнит — $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$ (« « 55,5 «)

4) Халькопирит — $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$ (« « 34,5 «)

5) Энаргвт — $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_5$ (« « 48,3 «)

6) Тенантит — $4\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$ (« « 57,7 «)

7) Пирит және марказит — FeS_2 .

Кейінгі минералда мыс көп болмағамен, жоғарыда айтылған мыс минералдарымен қашан да болса бірге кездеседі; көбінесе халькопирит, борит минералдарымен бірге кездеседі.

2. Тотық мыс минералдары мыналар:

1. Куприт — Cu_2O (ішіндегі мысы 88,8 процент).

2, Тенорит — CuO (« « 79,8 «)

3. Малахит — $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ (« « 57,3 «)

- | | | | | | | |
|--|---|---|---|------|---|---|
| 4) Азурит — $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ | (| « | « | 55,1 | « |) |
| 5) Хризоколла — $\text{CuSiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | (| « | « | 37,9 | « |) |
| 6) Атакамит — $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ | (| « | « | 59,4 | « |) |
| 7) Мыс тотыяйыны — $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | (| « | « | 25,4 | « |) |
| 8) Брошантит — $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ | (| « | « | 56,1 | « |) |

Бұл аталған мыс минералдарынан басқа, кейбір кендерде мыс таза қалпында кездесетіндігі жоғарыда айтылды.

Сонымен, мыс рудаларымен таныса келіп, енді мыс рудаларын байыту мәселелеріне тоқталып өтейік.

Мыс рудаларын байыту

Мыс рудаларын байыту әдісінің ең зор мақсатының бірі — руданың ішіндегі басқа руда емес жыпыстарын, бос тастарын (силиций тотығы, алюминий тотығы, саз топырақтар, пирит) өте азайтып, ішінде металы көп, байыған руда, яғни концентрат алу. Мысалы, 2 процент мысы бар рудадан 12—20 процент мысы бар концентрат алуға болады. Былайша айтқанда, 10—15 тонна руданы қоспаларынан айырып келгенде, 2—3 тонна концентрат алынады. Демек, 10—15 т руданың ішіндегі металмен, 2—3 т концентраттың ішіндегі металдың мөлшері шамалас. Ал, неғұрлым қорытылатын руда көп болса, солғұрлым оның қорытуына шығатын отын, қуат т.б. еңбектер шығыны да көп болады. Сол себепті екеуін салыстыра келгенде, көп руданы қорытқаннан 2—3 т концентрат қорытқаны өте пайдалы екені көрініп тұр. Мінікі, байытудың негізгі мақсаты осы.

Бірақ та, кейде табиғи мысқа бай рудалар да кездеседі, мысалы, кейбір кендердің рудаларында мыс 10 процент, болмаса онан да көп болады. Ондай рудаларды байытудың қажеттігі жоқ, ал кейбір рудалардың байыту әдісі өте қыйын; әсіресе, байыту әдістеріне аса көне қоймайтын мыстың тотық рудалары. Бұл рудалар сол қалпында, тұрасынан пеште жеке күйінде қорытылады да, болмаса концентратпен аралас қорытылады.

Сонымен, қысқаша айтқанда, байыту әдісінің негізгі міндеті — руданың бос қоспаларын азайтып, металы көп концентрат алу.

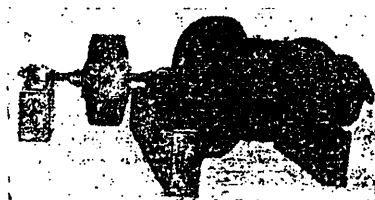
Жай жер жыныстарын азайту жөнінде руданы байыту жолдарының бірнеше әдістері бар. Руданы байыту әдістері негізінен екіге бөлінеді:

- 1) руданы құрғақ күйінде байыту,
- 2) сұйық заттарды қолдану жолымен байыту.

Бірінші әдіс — руданы құрғақ күйінде байыту осы кездерде өндірісте сирек кездеседі. Бұл әдістің негізгі мазмұны: руда уақ майдаланғаннан кейін желпініледі, екшеледі, болмаса, үлкен труба сыяқты нәрселердің ішіне салынып ауамен үрленеді. Үрген кезде, сыбаға салмағы ауыр, яғни металы бар жағы жерге түседі де, ал сыбаға салмағы жеңілдері шаң болып ұшып кетеді. Руданы қолмен сурыптау да осы әдіске жатады.



Блэк уатқышы



Шарлы тиірмен

Түсті металлургия өндірісінде көбінесе екінші әдіс — сұйық заттық әдісі қолданылады. Бұл әдістің өзі екіге бөлінеді:

а) гравитация (екшеу), және б) флотация әдістері.

Гравитация, яғни руданы су ағымы арқылы екшеп шаю әдістері мыс металлургиясында осы уақыттарда қолданылмайды. Бұл әдіс, көбінесе, сирек кездесетін металдарды (қалайы, вольфрам, алтын т.б.) байытуда қолданылатын әдіс. Соның үшін бұл әдіске көп тоқтамай, флотация әдісін талдап айтып өтейік.

Пайдалы руда минералдарының түйіртпектерімен пайдасыз бос тастардың түйіртпектері араласып жүреді. Пайдалы минералдарды бос тастан жекелеп айырып, байыту үшін алдыменен руда тастарын усатып майдалау керек. Сол себепті руда байыту фабрикасына тусудің алдында бірнеше уақтау сатыларынан өтеді. Руда ең алдымен ірірек уакталып (ең үлкен кесегінің мөлшері 10—15 сантиметр), сонан кейін орташа уақтау (ең үлкен кесегінің мөлшері 2,5—10 сантиметр) сатысын өтіп, ең соңында уак майдзланып, түйіршігінің майдалығы 0,1 миллиметр, болмаса онан да уак болуы керек.

Ірірек уақтау үшін, көбінесе, Блэк уатқышын немесе Мак-Кули уатқышын қолданады. Блэк уатқышында руданы уататын ең негізгі деталі темірден, болмаса болаттан (тастың қаттылығына қарай) жасалған екі жалпақ жақша тақталары болады. Бұл жақшалардың біреуі қозғалмалы, екіншісі қозғалмайды. Руда осы екі жақшаның арасына түсіп жаншылып уатылады.

Руда ірі уатқыштан өткеннен кейін, орташа уатқышқа түседі, яғни жалпақ темірден істелген, біріне-бірі қарсы айналатын екі доңғалақтың арасынан өтеді. Бұл уатқышты в а л к и деп атайды.

Бірақ, бұл уатқышты осы уақытта көп қолданбай, көбінесе Саймонс уатқышын қолданып жүр. Бұл уатқыштың жалпы бейнесі: іші конус пішінде, болаттан жасалған, ортасында тіке теңселіп тұратын дінгегі бар. Руда осы уатқыштың конусы мен дінгегінің арасына түсіп, жаншылып уатылады. Дінгек электр күшімен айналғанда, айналасындағы руда кесектерін жаншып, астындағы тесіктен түсіре береді.

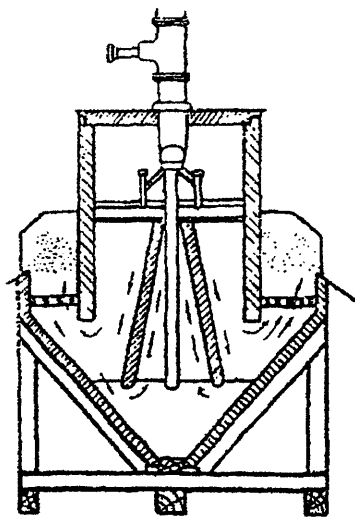
Айтылған уақтау сатыларын өткеннен кейін, уақ руда сумен араласып тиірмендерге түседі. Сумен аралас уақ руда тиірмен ішінде домалақ, болаттан жасалған шарлармен араласып, сол шарлармен қажалып, соғылысуының арқасында біріндеп майдалана береді. Майдаланған жағы су ағымына еріп, тиірменнің екінші жақ тесігінен өтіп Дорр классификаторына түседі. Мұнда руда сурыпталып, өте ірірек жағы тиірменге қайта айналады да, ал майда жағы сумен ағып флотация машиналарына барып құйылады.

Жоғарыда айтылған флотация әдісі, жаңада шыққанмен металлургия өндірісінде тез жайылып; қазірде металлургияның қай тарапында болса да, бұрынғы ескі әдістерді күннен-күнге ығыстырып, әсіресе, мыс өндірістерінде үлкен орын алып отыр.

Бұл әдісті қолдану жолы руданың бірнеше қасиеттеріне, оның ішінде кейбір мыс минералдарына судың жұғу-жұқпауына негізделген. Мысалы, руданың ішіндегі жай жер жыныстарына су өте жақсы жұғады, оның ішіндегі уақ мыс минералдарына су жұқпайды, болмаса өте аз жұғады. Майдаланған руда сумен жақсы араласқан уақытта, оның ішіндегі су жұққан түйіршіктері бірыңғай іріктеледі. Яғни су жұққандары судың түбіне батып кетуге тырысады да, су жұқпағандары бетіне қалқып шығуға тырысады. Міне, флотация әдісінің негізі осында; ф л о т а ц и я деген сөзді ағылшын тілінен қазақшаға аударсақ қ а л қ ы п ш ы ғ у деген сөз.

Соныменен, сумен аралас уақ майдаланған рудп, былайша айтқанда пульпа, бірнеше қатар флотация машиналарының бірнен соң біріне құйылады. Осы құйылуларда пульпаны жақсылап араластыру үшін, флотация машинасының ортасындағы қуыс дінгегі арқылы ауа үздіксіз жіберіліп тұрады. Бұл араласуда, пульпа көпіршіп, жоғарыда айтылған, су жұқпайтын минералдарды көбікпен бірге бетіне шығарып, машинаның алдында айналып тұратын кішкене қалқан арқылы үздіксіз қалқынып, бөлек астаушаға құйылады да, ал, машинаның түбінде қалған жай жер жыныстары біртіндеп сумен еріп сыртқа ағып кете береді.

Пульпа жақсылап көпіру үшін оның ішіне аздап майлар (қарағай, қарағаш майлары) болмаса химиялық заттар-реагенттер қосады (креозот қышқылы, ксантат т.б.). Бұл реагенттердің кейбір түрлерін жыйнағыш реагенті деп атайды. Жыйнағыш реагенттері пульпаның ішіндегі майда мыс минералдарының сыртына жұкалап жұғып, су сіңуден сақтайды да пульпаның жақсылап көпіруіне үлкен себепкер болады.



1 сурет. – Флотация машинасы.

Соныменен, флотация машиналарынан алынған көбіктер, яғни мысқа бай жағы, үлкен тұндырғыштарда тұнғаннан кейін, бетіндегі мөлдір сұйығы, насос арқылы, флотацияға қайта барады да, ал қою жағы, былайша айтқанда, концентрат ішіндегі суын азайту үшін, сүзгіден — фильтрден өтеді. Фильтрден өткен концентратта 7—8 проценттен артық су болмауы керек. Концентратта мыстың аз, көп болуы руданың бай кедейлігіне және басқа қасиеттеріне байланысты.

Байыту флотациясына түскен руданың ішіндегі мыстың, барлығы тегісімен концентратқа кете қоймайды. Оның 10—15 процент шамасы қалдықпенен ағып кетуі мүмкін.

Осы айтылған флотация жолдары тек сульфид рудаларға ғана қолданылып келді. Тотық мыс рудаларын бұл әдіспен байыту өте қиын соғады да, басқа қосалқы жағдайларды көбірек керек қылады.

Бұл уақытқа дейін тотық рудаларды байыту әдістері әлі де түпкілікті шешілмеген мәселенің бірі, дегенмен, бұл мәселе жөнінде зерттеу жұмыстарында азғана алға басқандық бар.

IV ТАРАУ РУДАДАН МЫС АЛУДЫҢ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ

Ерте уақыттарда, металлургия өз алдына жеке ғылым тарауы болмағанымен, металл қорытып алу ісінде қолданылып, белгілі тәжірибе тәсілдерінің бірі болған. Былайша айтқанда металлургия процестері жай

адамдардың қолынан келмейтін, бірнеше жыл тәжірибесі бар көп еңбектер сіңірген адамдардың ғана қолынан келетін өнерлі іс болған. Сол тәжірибелі адамдардың өздері де, руданы қорытқанда, пештің ішінде қандай химиялық, болмаса физикалық өзгерістер болатынын анық байқай алмай, тек сыртынан ғана болжайтын еді.

Тек XIX ғасырдың аяқ шенінде ғана металлургия процестері ретке қойылып, бұл жөнінде ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізіле бастады.

Қазіргі уақытта, металлургия тек тәжірибе тәсілі емес, өз алдына жеке ғылым тарауларының бірі болып, бірнеше шешілмеген мәселелерге жауап беретін халге жетті.

Совет ғылымының күннен күнге ұлғайып, өркендеуі арқасында, қазірде мыс шығатын рудалардың құрамалары анықталып, қандай, қай түрлерінде мыс минералдары кездесетіндігін, — олардан мыс қорытып алу әдістері анық түрде тағайындалды.

Соныменен, қазіргі күнде рудадан мыс қорытып алудың негізгі екі әдісі бар: құрғақ, от арқылы қорытатын әдіс және сұйық заттарды қолданатын әдіс. Бізде көбінесе қолданылатын, — от арқылы қорытып алатын құрғақ әдіс, яғни пирометаллургия әдісі.

Бұл әдісте осы уақытқа дейін қолданылып келген екі түрлі пештер бар: біреуі — шарпу (отражатель), екіншісі — шахта (ватержакет) пештері. Бұл пештердің жалпы құрылысы және мөлшерлері мынадай: шарпу пеші дегеніміз — төрт бұрышты, іргелері отқа төзімді кірпіштерден көлбей қаланып, төбесі (күймесі) ійіле жабылған, үстіңгі жағалай жиегінде шихта салатын бірнеше тесіктері бар үй сыяқты нәрсе. Бұл пештердің ұзындығы 28—35 метрге дейін, көлденеңі 6—8 метрге дейін, биіктігі 2,5—3 метрге дейін барады.

Ал, шахта пештерін алатын болсақ, бұл отражатель пештерінен әлдеқайда кіші, құдықша, тік келеді. Түп жағы тарлау, биіктігі 5—6 метрге дейін, қуыс темірден, былайша айтқанда, кессоннан жасалады. Бұл пештің жалпы биіктігі 8—10 метрге дейін, ұзындығы 6—8 метрге дейін болады. Көлденеңі — түп жағы 1—1,5 метр, бет жағы 2,5—3 метр шамасында.

Соныменен, руда болмаса концентрат металлургиялық пештерге түскеннен кейін электр қуатын, мұнай болмаса көмір тозаңын жағу нәтижесінде балқып, мөлшері 1100—1400 градуста өзінің қаттылық қалпынан өзгеріп, сұйылады да, пештің орталық аланына — ваннаға біртіндеп ағып, жыйнала береді (шахта пешінде бөлек алдыңғы горнда жыйналады). Мұнда осы жыйналған сұйық масса біртіндеп сыбаға салмағына қарай тұнады да, ауырлау жағы — мыс сульфиді мен темір сульфидінің химиялық қосындысы, былайша айтқанда, штейн астыңғы қабатында жыйналып, ал жеңілдеу жағы — силиций, темір, кальций, магний тотықтарының химиялық қосындылары — яғни шлак үстіңгі қабатында қалқып қала береді.

Жоғарыда айтылған штейн, ілгеріде бессемерлеу (конвертерлеу) процесіне барып түседі.

Бессемерлеу процесі — штейнді сұйық қалпында ауаман

үрлеп, оның ішіндегі күкірт, темір және басқа қоспаларды шлак я газға айналдырып таза мыс алу. Мысты бұл қоспалардан арылту үшін, шарпу я шахта пештерінен ағызылып алынған штейн, балқып тұрған қалпында конвертерге (10—11 суреттер) құйылып және оған есеп мөлшермен құм қосып, ауамен үрленеді.

Мұнан алынған мыс ілгеріде рафинадтау процесінде қоспаларынан арылып, мүлде тазарып шығады.

Бұл айтылған процестер ілгеріде толық түрде айтылатын болғандықтан, металлургиялық технологияда кездесетін мына ұғыныстарға ғана тоқтап кетеміз.

Руданың болмаса концентраттың жеңіл құрылуына себепкер болуға және мас шлакпен ілесіп кетпеуі үшін, бұлардың ішіне ізбес тас, темір тотық рудалары, кварц сыяқты заттар қосылады. Бұл заттарды флюс (балқытқыш) деп атаймыз.

Бірақ та, бұл аталған флюстер рудаға болмаса концентратқа тек қана қосыла бермей, белгілі есеп мөлшерімен ғана қосылады.

Руда я концентрат және флюстердің араласқандағы барлық қосындыларын ш и х т а деп атаймыз.

Сонымен, рудадан я концентраттан мыс алуда қолданылатын негізгі схеманы келтіріп кетеміз. Ол схема мынау:

1. Руданы байытып концентрат алу.
2. Күйдіру.
3. Штейн алу үшін пеште қорыту.
4. Штейнді бессемерлеу (конвертерлеу).
5. Кішкене шарпу пештерінде болмаса электролиз жолымен мысты рафинадтау (тазарту).

Бірақ, бұл схеманы жалпы барлық рудаға қолданыла береді деп ұғынуға болмайды. Жоғарыда айтып кеттік, руда негізінен екіге бөлінеді деп: сульфид және тотық мыс рудалары. Онымен қатар, руданың ішінде мыс көп те, аз да кездеседі. Бұл схеманы тек сульфид рудаларға ғана қолдануға болады. Ал, егер сульфид рудада мыс өте аз болса, болмаса тотық рудаларды алсақ, бұларға мына төменде айтылатын гидрометаллургия әдістері қолданылады. Бұған қосымша айта кетуімізге болады. Біздің Қазақстан мыс заводтарының бертін кездегі тәжірибелерінде тотық рудаларға гидрометаллургия әдісін қолданбай-ақ, тек руданы концентратпен араластырып, тура пештің өзінде қорытып жүр. Бұл тәжірибенің экономика жағынан өте пайдалы екендігі тағайындалып, технологиялық процестердің арасынан үлкен орын алып отыр.

Сұйық заттарды қолдану әдісінде яғни гидрометаллургиялық әдісте қолданылатын сұйық заттар мыналар: су, әртүрлі қышқылдар, химиялық ерітінділер. Бұл әдістің жалпы мазмұны мынадай: өте уақ майдаланған, болмаса күйдірілген рудамен жоғарыда айтылған сұйық заттар (қайсысын алсақ та) бірнеше уақыт араластырылады. Осы араластыру нәтижесінде руданың ішіндегі мыс сұйық ертіндіге айналдырылып, бөлек ағызылып жіберіледі де, ал басқа бос жыныстар сыртқа шығарылып тасталады.

Гидрометаллургия әдісін қолдану үшін, жоғарыда айтылған ертінділер өндіріске жақын жерде дайындалуы керек те және өте арзан болуы керек. Біздің Қазақстан да мыс өндірістерінде бұл әдіс, тек тәжірибе ретінде ғана болмаса, әзірше өндірісте көп орын ала қойған жоқ.

V ТАРАУ. КҮЙДІРУ

Күйдіру дегеніміз, руданың, болмаса концентраттың ішіндегі күкіртті күйдіру арқылы азайту, болмаса таза құрту, мұнымен қатар, көбінесе темір сульфидтерінің көпшілігін тотыққа айналдыру. Яғни бұл процесті қолдану үшін, ең алдымен, руданың ішіндегі күкірттің аз, көптігін білуіміз керек. Былайша айтқанда, егер руданы болмаса концентратты сол қалпында қорытқанда ішіндегі күкірлің мөлшері істің өнімділігіне кедергі келтіретіндей болса, оларды қорытудан бұрын күйдіру керек. Мұндағы көзделетін негізгі мақсат: пеште қорытылатын рудада, болмаса концентратта күкірт неғұрлым аз болса, солғұрлым штейнде мыс көп болады. Демек, руданы, болмаса концентратты пеште қорытқанда, олардың ішіндегі мыс көбінесе штейнге кетеді де, азғанасы ғана шлакпен еріп кетеді. Екінші жағынан, егер рудада концентратта темір сульфиді көп болса, шлакқа кетпей, штейнге кеткіш келеді. Яғни неғұрлым темір сульфидтері көп болса, солғұрлым штейн өте кедейленіп, конвертерлеу процесінде көп қиындықтар туғызады.

Осы кітапшаның басында айтып кеттік, Қазақстан мыс кендерінің рудаларын Орал кендерінің рудаларымен салыстыра келгенде, біздің Қазақстан рудаларында күкірт, темір аз болады да, ал Орал рудаларын алсақ, онда бұлар көп болады деп. Сондықтан, айта кететін бір момент, — біздің Қазақстан заводтарының штейнінде мыс көп болады да ал, Орал заводтарының штейні мысқа сәл кедей болады. Бұл айтылған жағдайларды толық ұғыну үшін мына төмендегі кестені қараңыздар:

1 кесте

Мыс қорытатын заводтардың аттары	Штейн құрамасы (процентаен есептегенде)		
	Cu	Fe	S
А	33,5	29,35	24,25
Б	48,5	15,17	21,23
В	12,4	49,8	27,6
Г	19,7	39,42	24,0
Д	16,6	44,9	24,3

Егерде руданың, болмаса концентраттың ішінде мыстың және күкірттің мөлшері белгілі болса (анализ бойынша), штейннің құрамасын, оның ішінде қанша мыс, қанша күкірт қалдыру керек екендігін қорытпай тұрып-ақ, алдын-ала есептеуге болады. Былайша айтқанда, руданы я концентратты күйдірудің алдында күкіртті қанша мөлшерде күйдіру керек екендігін

белгілеп алады.

Сонымен, мысты материалдарды күйдіруге көп тәжірибе керек. Өйткені келесі процестердің технологиясын түзу жүргізу жағдайына күкірттің көп, аздығы зор себепкер болады.

Екіншіден, күкіртті мыс материалдарын күйдірудің керекті бір жері, оның ұсақ материалдарды ірі, кесек материалға айналдыруы. Оның мәнісі мынадай: шахта пештерінде мыс қорыту технологиясында материал ұсақ болса, өте қыйынға соғып, аса уақ материалдарды бұл пеште неғұрлым қорытпауға тырысады. Себебі, пеште үрілетін ауа төменнен жоғары қарай, пештің ішіндеп кокс аралас шихтаны аралап, коксты жандыра, пештің үстінен шығуы керек. Мұнда, егер шихта өте уақ болса, ауа өтуі қыйындап, пеш жанбай, суып, болмаса қатып та қалуға мүмкін. Сондықтан шахта пештері бар заводтарда күйдіру процесін тек қана қолданып қоймай, концентратты шала балқытып, былайша айтқанда, өте уақ материалдарды 900 градусқа дейін қыздырып, біріккен агрегат алады.

Агломерациялау процесі мыс өндірісінде көп қолданылмайды. Сондықтан, негізінен күйдіру процесінің химиялық жағына азырақ қана көңіл бөліп кетеміз.

Жоғарыда айтып кеттік, күйдіру процесінің негізгі мақсаты руданың, болмаса концентраттың күкірттік азайтып темір сульфидтерінің көпшілігін тотық қалпына айналдыру, деп. Яғнй, бұл металдардың тотыққа айналуына — ауаның араласуы өте қажет. Сондықтан, руда я концентрат күйдіру пештерінде мөлшері 400—900 градусқа дейін қыздырылып, ауамен араласып, сульфид металдардан бөлінген күкірт ауаның ішіндегі оттегімен қосылып, газға айналады да (SO_2), ал металдардың көпшілігі оттегімен қосылып тотық қалпына айналып, азғанасы сульфид түрінде қала береді. Мұның соңында күйдіру процесінде отын аз қолданылады, болмаса тіпті қолданылмайды. Өйткені, мысты материалдардың ішіндегі күкірт болмаса металдар оттегімен қосылғанда, былайша айтқанда, жанғанда, өз аралықтарынан көп жылылық туғызып, басқа отынды тіпті керексіз қылады.

Күйдіру аппараттары

Ерте кездерде, мысты материалдарды күйдіру үшін бірнеше әдістер қолданылып келген. Оның ішінде кішкене шарпу пештері де, болмаса үш қабырғалы тастан я кірпіштен қаланған күрке сыяқты тас ошақтар да, тіпті болмаса жай жерге үйіліп, астынан от жағылатын әдістер қолданылып келді.

Сонда да түсінік ретінде бұл әдістердің кейбіреулеріне тоқтап өтеміз.

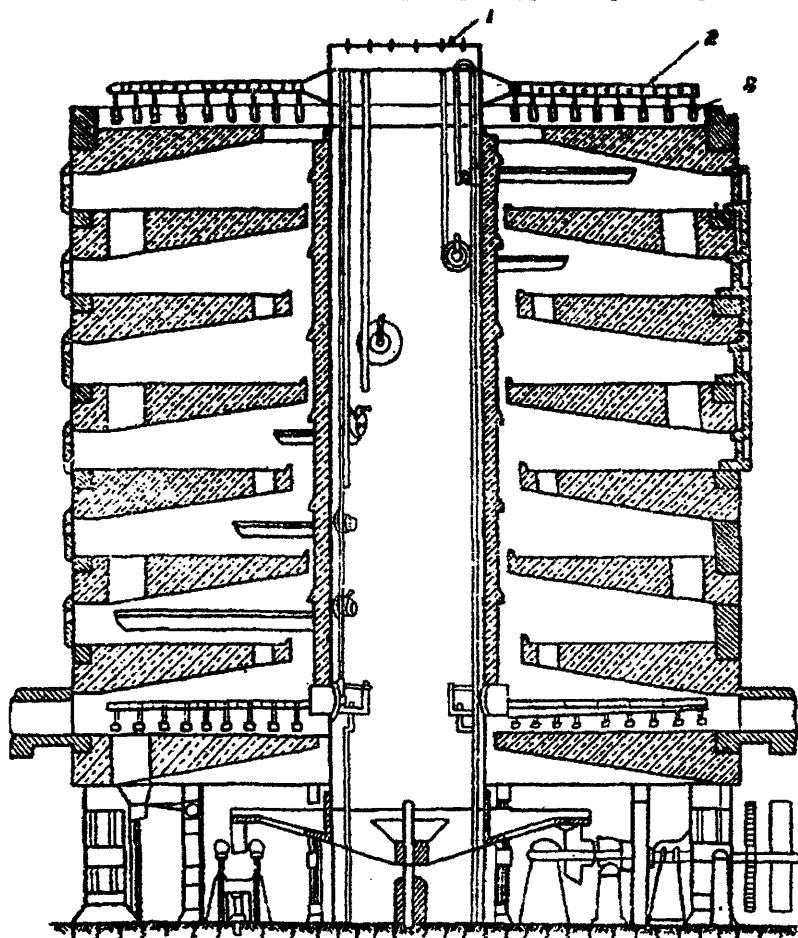
Кішкене шарпу пештері, сульфид, уақ мыс рудаларын күйдіруде ерте кезде қолданылса да, әзіргі күнде де мысалы, никель заводтарында ғана қолданылып жүр. Бұл пештердің өнімі өте аз да, оның үстіне күйдіретін руда тек қолмен араластырылатындықтан жөнді күймейді.

Сульфидті руданы жай жерге үйіп, болмаса тастан қалаған күркелерге салып, астынан от жағатын әдістерде руда тіпті араласпай, үйілген қалпында шала күйіп, қорыту технологиясына өте қолайсыз келеді. Онымен тұрмай,

сонан шыққан күкірт газы жан-жағындағы өсімдіктерді жойып, болмаса сарғайтып, жәндіктерді жақын келтіртпейді. Сондықтан осы уақыттарда бұл әдістердің бәрі де ескіріп, завод тәжірибелерінде тіпті ұмытылып та барады.

Қазірде мыс өндірістерінде мысты материалдарды тез күйдіру үшін, өнімі әлденеше мәртебе артық, технологияға өте тиімді, күйдіру пештерінің бірнеше түрлері қолданылады. Біздің Советтер Одағының мыс өндірістерінде, көбінесе *Веджа* болмаса *Гересгоф* пештерін қолданады.

Бұл пештер біріне-бірі ұқсас жұмыр келеді. Бірақ та, кейбір конструкция жағынан азғана айырмалары бар (2 суретті қараңыздар).



2 сурет. – Веджа пеші.
1 — дінгек білік; 2 — қанат; 3 — қырғыш.

Бұл пештердің сырты жұқа (қалыңдығы 7—8 миллиметр) темірмен қапталып, ішкі жағынан отқа төзімді кірпіштермен қаланады. Онымен қатар, пештің іші бірнеше қабатқа (этажға) бөлініп, қабат аралықтары отқа төзімді кірпіштерден күм-безшелеу, ийіле жабылып, *діңгек-білік* өтетін, дөңгелек тесік қалдырыла салынады. Пештің биіктігі, онан қала берді қабаттардың жиілігі күйдірілетін концентраттың ішіндегі күкірттің мөлшеріне болмаса руданың бісқа қасиеттеріне байланысты.

Қолданылып жүрген пештердің биіктігі көбінесе 7—12 метрден, көлденеңі (диаметрі) 6—7 метрден аспайды. Бұл пештердің ең үстіңгі қабаты ашық болады да, оған түскен ылғалды концентрат құрғап, сонан кейін төменгі қабаттарға біртіндеп сырылып түсіп күйе бастайды. Бұрынғы ескі әдістерді алатын болсақ, онда материал қолмен сырғытылатын еді. Қазірде механикалық әдіспен сырғытылады. Өйткені жоғарыда айтылған пештің ортасындағы тік *діңгек-білік* электр қуатымен айналады да соның өзімен қоса айналып отыратын әрбір қабат деңгейде 2—4 қалақша қанаттары бар. Ол қанаттарға орнатылған бірнеше шойын қырғыштар болады. Осы қырғыштар *діңгек-білік* айналған уақытта материалды бір қабаттан екінші қабатқа сырғытып, сыпырып түсіріп отырады. Мұнда көзделетін мақсат — материалды жақсылап араластырып, күкірттің тез күйіне жағдай туғызу.

Материалдарды пештің шетінен ортасына қарай сырғыту, болмаса пеш ортасынан шетіне қарай сырғыту — айтылған қырғыштардың қалақша қалай орнатылуына байланысты. Былайша айтқанда, егер материалды пештің ортасынан шетіне қарай сырғытатын болсақ, қырғыштар пеш шетіне қарай қыйғаштала орнатылады, егер, шетінен ортаға қарай сырғытатын болсақ — ортаға қарай қыйғаштала орнатылады.

Кейде *діңгек-білік* қалақтары, қырғыштары сынып, болмаса күйіп кететін де кездері болады. Бұларды ыстық пештің ішіне кіріп түзетуге, болмаса ауыстыруға мүмкіншілік жоқтығынан, көбінесе біліктің қуысын адам сыйғандай, кен жасайды.

Біз жоғарыда күйдірілетін материалдар 900 градусқа дейін қыздырылады деп айтып кеттік. Мұнда шойын қырғыштар өте шыдамсыз болып, тез күйіп кете береді. Сондықтан, ортадағы тік біліктің ішімен және қалақтардың қуысымен жүрген ауа қырғыштарды салқындатып тұрады. Екіншіден, бұл ауа пештің ітіне түскен материалдардың күкірт тотықтарын газға айналдыруға үлкен себепкер. Сонымен, күйдірілген материалдар, былайша айтқанда *огарок*, пештің қабаттарынан біртіндеп өтіп, ең ақырында пештің астыңғы қабатындағы тесіктен вагонеткаға түсіріліп, мыс қорытатын цехтарға ыстық қалпында жіберіліп жатады. Ыстық қалпында жіберілуде мынадай мән бар: *огароктың* ішіндегі жылылығы қорыту мәселесінде көп көмек беріп, шихтаның тез қоруына және бірнеше тонна отынды экономия жасауға үлкен себебі тиеді. Міне, осы жағдайды көздеу нәтижесінде, осы кездегі мыс заводтарында күйдіру пештерін қорыту пештеріне неғұрлым жақын салуға тырысады.

Агломерация машиналары

Осы тараудың бас кезінде шахта (ватержакет) пештерінде уак материалдарды қорыту өте қыйын соғады деп айтып кеттік. Агломерацияда негізгі мақсат — руданы я концентратты біріктіріп, кесек материал алу. Сонымен, агломерация дегеніміз уак руданы болмаса концентратты күйдірудің бір түрі. Мұнда осы айтылған материалдар тек қана күйдіріліп қоймай, ішіндегі күкірті таза жойылып болмаса өте аз қалдырылады. Кейбір жеңіл қорытылатын бөлшектері (компоненттері) шала балқып, қалған бөлшектерімен бірігіп, кесек түрінде тұтас шығады. Бірақ та, бұл тұтас кесектер өз салмағымен құлағанда, болмаса жеңіл аспаптармен соққанда, түйіртпектеліп, мөлшері жұдырықтай болып уатылуы керек.

Сонымен, бұрынғы Ресей мыс заводтарында ең алғаш қолданылған агломерация машиналарының бір түрі — түп жағын торлаған (решетка), мөлшері 2—3 тонна материал сыятын қазан еді. Кейінгі кездерде қазанның аумағы үлкейіп, 10—15 тонна материал сыятын етіп жасап жүр.

Бұл қазандарда агломерация процестері мына түрде жүргізілетін: тор балқып кетпес үшін, ең алғашта решетканың үстінен қалыңдығы 8—10 сантиметр етіп флюс (кварц) материалдарын жайып, оның үстінен ағаш болмаса, кокс отынын жағады. Отын тұтанғаннан кейін оның үстіне біртіндеп, қазан толғанша, әбден араласып ылғалданған шихтаны сала береді. Сонан кейін қазанның түбіндегі труба арқылы мөлшері 20 сағат шамасында желдеткіш (вентилятор) арқылы ауа үріледі. Шихтаны ылғалдаудың мынадай себептері бар: 1) ауа үрлегенде шихтаның уак майдалары газбенен ілесіп, ұшып кетуін кеміту; 2) шихта қызғанда газға бу қосылып пештің тартуын күшейту; 3) шихта мерзімді уақыттан ерте балқымас үшін.

Қазіргі уақытта бұл қазандарды ескі заводтарда болмаса, жаңа салынған заводтарда тіпті сирек қолданады.

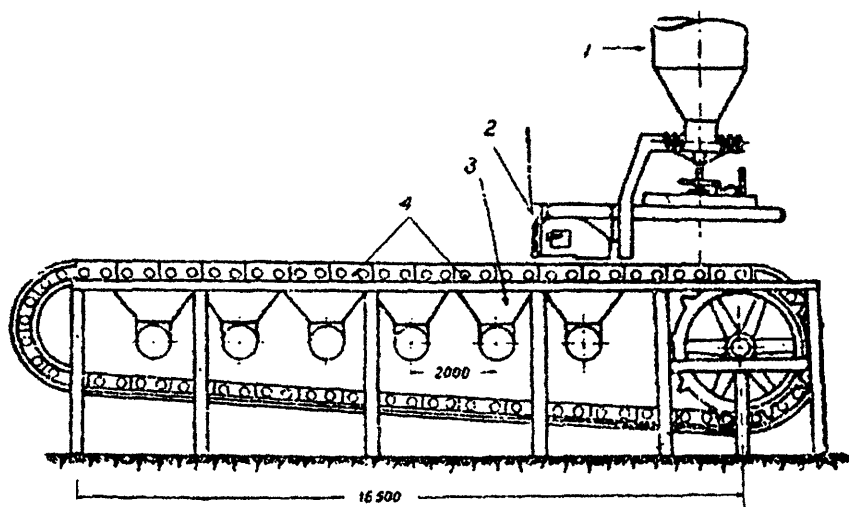
Онымен қатар, бұл қазандардың өнімі өте аз, бірер шахта пешін шихтамен қамтамасыз ету үшін бірнеше қазандар керек. Яғни, қазан көптігінен орынды көп керек қылады да және оларды түсіріп, уатуға көп уақыт тілеп, агломерат өте қымбатқа түседі. Екінші жағынан. агломерат сапасы кейде нашар болып, керексіз көп майда шығады.

Сондықтан, жаңа салынған қорғасын, цинк, мыс заводтарында өнім жағынан өте тишді сапалы агломерат беретін Ду а й т - Л л о й д, болмаса Ш л и п п е н б а х машиналары қолданылады.

Шлиппенбах машинасы цинк өндірісінде ғана қолданылады. Мыс өндірісінде қолданылатын, көбінесе Дуайт-Ллойд машинасы. Сондықтан осыған қысқаша тоқтап кетеміз (3 сурет).

Бұл машинада негізгі бөлім шихтаны агломераттап шығаратын шойыннан болмаса болаттан жасалған, асты бірнеше жерден тесік, 4 бұрышты жәшік сыяқты қораптар (паллеттер). Паллеттер айналмалы темір шынжырға бірінің артынан бірі тізбектеліп тіркеледі де, сонымен бірге айналып отырады. Темір шынжырға тізбектеліп отырғызылған темір қорапшалардың айналысы трактор, болмаса танктың жылан бауыр

табанының айналуына ұқсайды.



3 сурет. — Дуайт-Ллойд машинасы.

1 — бункер; 2 — пеш; 3 — сорғыш камералары; 4 — қораптар (паллеттер).

Ең алғашта осы қорапшалар машинаның бас шенінде тұрған бункерден, біртіндеп, (шынжырмен жылжыған қалпында) шихтаға толтырылып, машинаның үстінде қозғалмай, мұнаймен жанып тұратын кішкене пештің астынан өтеді. Сол өткен кезде шихтаға толы қорапша тұтанып, сонымен оның ішіндегі күкірт өздігінен жана береді. Үстінгі оншақты қораптардың астыңғы жағында шихта арқылы ауа соратын үлкен камера бар. Шихтаның күкірті өздігінен жануына себеп болатын, міне, осы ауа сорғыш камера. Бұл камерадан өткеннен кейін агломерация процесі біткен қораптар машинаның бір жақ шетіне жеткен кезде, өздігінен төңкеріліп, ішіндегі агломерат, жерде дайын тұрған вагонеткаға барып түседі. Басаған қораптар қайта айналып машинаның астынан үстіне көтерілгенде қайтадан шихтаға толып, тағы да мұнай пешінің астынан өтіп, осы айналыс қайталана береді.

Қораптардың жылжу шапшаңдығы шихтаның ішіндегі күкірттің күйіп бітуіне байланысты. Сонда да минутына 0,25—0,5 метрден артауы керек.

Бұрынғы ескі әдістермен салыстырғанда, Дуайт-Ллойд машинасынан өте сапалы агломерат алынады да, бір машинаның өнімділігі 25—30 қазанның өніміне төтеп береді, сонымен қатар отын да 2—3 есе аз кетеді, оның үстіне жұмыскерлердің денсаулығына зияны жоқ деуге болады.

Бұл машинаның кемістіктері мынада:

1. Агломераттың салмақ мөлшерінен 20 процент шамасында уақ береді. Яғный бұл уақ материал қайтадан агломерацияланады.

2. Электр қуатын көп тілейді.

Дегенмен, бұл кемістіктерді жоғарыда айтылған машинаның өнімділігіне шаққанда тіпті елемесе де болады.

VI ТАРАУ. ШАРПУ (ОТРАЖАТЕЛЬ) ПЕШТЕРІНДЕ МЫС ҚОРЫТУ

Осы кітапшаның IV тарауында айтып кеттік, мыс қорыту пирометаллургиясында негізінен екі түрлі пештер қолданылады — біреуі шарпу (отражатель), екіншісі шахта (ватержакет) пештері дедік. Осы пештердің қайсысы қай уақыттарда көбірек қолданылғанын мына кестеден байқаңыздар.

2 кесте

Қорыту түрлері	Жылдар			
	1930	1932	1934	1935
1. Шахта пештерінде қорыту (барлық қорытылған рудалардың процент есебімен)	98	54	38	33,4
2. Шарпу пештерінде қорыту	2	46	62	66,6

Бұл кестеден мынаны байқауға болады: бұрын шахта пештері көбірек қолданылып келсе де, бертінде шарпу пештері үздіксіз ұлғайып, руда болмаса концентрат көбінесе осы пештерде қорытылатын болды. Өйткені заводтарда флотация процесі дамуымен қатар, уақ материалды шахта пештерінде қорыту өте қыйын екінін өткен тарауда айтып кеттік. Ал, шарпу пештерін алатын болсақ, мұнда руданың уағы болсын, концентрат болсын, тіпті болмаса тозаңы (шаңы) болса да қорыта беруге болады. Және бұл пештердің меңгеруі шахта пешіне қарағанда өте жеңіл. Шахта пештерінде негізгі қолданылатын отын, қымбат кокс болатын болса, мұнда әртүрлі көмір тозаңын, табиғи жер астынан шығатын газдарды, болмаса тағы басқа сол сыяқты экономика жағынан арзан отындарды қолдануға болады. Онымен қатар шахта пештерінде су, қысымды ауа көп керек болатын болса, шарпу пештерінде бұлардың керектігі мейлінше аз.

Екінші жағынан, шарпу пештерінде қорытылатын руданың, болмаса концентраттың составына (құрамасы) қарай оларға неғұрлым флості аз қосуға, болмаса тіпті қоспауға тырысады. Себебі: бұл пештерден алынатын шлактардың дұрыстығы, жеңіл жылжымалығы (сұйықтығы), тұтқырлығы осы флостердің рудаға я концентратқа аз, көп қосылуына байланысты. Мысалы, түсті металлургия шлактарының жалпы құрамасын алатын болсақ, олар көбінесе кальций, темір және силиций тотықтарынан құралады. Осы металдар тотығының шлақтың ішінде көп, аздығына қарай екі түрлі шлак аламыз: бірі негізді шлак (ішінде темір, кальций тотықтары көп, силиций тотығы аз); екіншісі, қышкыл шлак (ішінде силиций тотығы көп, темір және кальций тотықтары аз).

Негізді шлак сәл ауыр, жеңіл жылжымалы келеді.

Қышқыл шлак жеңіл болса да өте тұтқыр келеді.

Біздің Қазақстан мыс рудаларының ең зор қасиетінің бірі, ішінде силиций тотығы (кремнезем) көп, мөлшері 60—65 процентке дейін барады. Бұл мыс рудаларын қорытқанда, қашанда флюс материалдарын аз қосып, қышқыл шлак алуға тырысады. Міне, шарпу пешінің бір қасиеті осы айтылған жағдайларға зор мүмкіншілік береді. Яғни руданың я концентраттың құрамасы негізді болсын, қышқыл болсын сол қалпында флюсті аз қосып қорытады.

Шарпу пештерін қолдануда кейбір тиімсіз жағдайларды да келтіріп кетейік:

1) қорыту процесінде пеште жағылатын отынның жылылығының 25—30 проценті ғана пайдаға асады;

2) отқа төзімді материалдарды көп тілейді;

3) орынды көп алады;

4) ремонтқа тоқтатып, қайта жүргізуге көп уақыт керек қылады.

Бірақ та, бұл кемістіктер болғанымен, қазірде шарпу пештері шахта пештеріне қарағанда, мыс металлургиясында үлкен орын алып, қандай материал болса да қорыта беруге болатындығы анықталды.

Шарпу пешіне шихта әзірлеу

Жалпы қорыту процесінде шихта әзірлеу әдісі ең зор маңызды мәселенің бірі. Демек, сапалы, түзу әзірленген шихта қорыту процесін тездетіп, материалдың тез қоруына, онан қала берді, шлакты сұйылтып, онан іштейнді кедергісіз айыруға зор мүмкіндік жасайды.

Сонымен, шарпу пешінде қорытылатын шихта мына тәртіпте әзірленеді. Ең алдымен. байыту фабрикасынан шыққан дайын концентрат флюс материалдарымен араластырғыш (дезинтегратор) машинасы арқылы жақсылап араластырылып, сонан кейін күйдіру пештеріне барып түседі. Қорытудың қай әдісінде болса да шихта неғұрлым бір қалыптас болғаны дұрыс. Флюс материалдары аса ірі болса, концентратпен шала араласады да пеште қорыту өте қыйынға айналып, отынды көп тілейді.

Біздің Қазақстанның мыс заводтарында шихта әзірлеу әдістері жоғарыда айтылған тәртіпке ұқсас. Дегенмен, біздің заводтардың жалпы технологиясында руданы күйдіру процестері жоқ болғандықтан, концентрат флюспен араласпай тұрып, труба сыяқты айналмалы пештерде кептіріледі де, сонан соң ғана флюспен араластырылады. Онымен қатар Қазақстан мыс заводтарында тотық рудаларды, мысы көп сульфид рудаларды байытпай-ақ, сол қалпында шихтаға қосып қорыта береді. Бірақ мұнда отын шығыны көбірек болады да, шлакқа мыс сәл көбірек кетеді. Өйткені тотық руданың қоруы қыйын, шлакты тұтқырландырып флюсті көбірек тілейді. Осы кемістіктерді басқа әдістермен салыстыра келгенде, бұл әдіс экономика жағынан тиімділігі айқындалды. Кейінгі кездерде концентратты күйдірмей-ақ, тек сол қалпында флюспен араластырып қорыта беру керек, деген

мәселелер де туып жүр. Бірақ, бұл мәселе әлі түпкілікті шешілмей, тек ұсыныс ретінде ғана қалып отыр.

Біз, ілгеріде бессемерлеу процесінен алынатын конвентер шлагы сұйық қалпында шарпу пешіне құйылады дедік. Демек, бұл шлак мысқа бай, ішіндегі мысы 2—3 процентке дейін барады. Сондықтан оны үйіндіге төкпей, пештегі қорыған шихтамен араластырып, мысын азайтады.

Қорыту процесі

Үстіміздегі XX ғасырдың бас шеніне дейін шарпу пештерінде мыс қорытудың бірнеше әдістері болып келді. Ол әдістердің кейбіреулері мыналар:

1. Пеште қорытылған уақытта ішіндегі заттардың химиялық өзара реакциясы бойынша рудадан таза мыстың өзін айырып алу.

2. Шихтаны сульфидтендіре қорыту, яғни шихтаға әдейілеп пирит қосып қорыту нәтижесінде мыс алу.

Бұл екі әдіс қазірде көп қолданылмайды. Қазірде қолданылатын әдіс — шихтаны пеште қорытып штейн алу әдісі. Бұл әдіске жаңа салынған заводтардың бәрі де кешті деуге болады; үйткені кендерде кездесетін мыс рудаларының көпшілігі сульфид түрінде кездеседі; мысалы: біздің Советтер Одағының мыс кендерінде, барлық руданың 90 проценті сульфид рудалары болатын болса, тек 10 проценті ғана тотық мыс рудалары. Міне, сондықтан мыс заводтарының көпшілігі қазірде осы әдіспен істейді.

Сонымен шихтаны пеште қорытқанда (күйдірілген күйдірілмегені шарт емес) негізінен екі түрлі сұйық қорытпа аламыз. Біреуі: мыс, темір сульфидтерінің сұйық қорытпалары, былайша айтқанда штейн; екіншісі, темір, кальций, магний, алюминий, силиций болмаса басқа осылар сияқты металдардың тотықтарының сұйық қорытпалары. Бұл соңғы айтқанымыз ш л а к .

Шихта ең алғаш қорық бастағанда бұл қорытпалар аралас бетімен пештің ваннасына, былайша айтқанда пештің ортасына іркіліп жыйнала бастайды. Сол жыйнала бастағаннан-ақ өзінің сыбаға салмағына қарай осы қорытпалар бөлініп, ішінде мысы көп штейн астыңғы қабатында тұнады да, шлак бет жағында қалқып қала береді. Демек, штейннің сыбаға салмағы шлактың сыбаға салмағынан әлде қайда ауыр. Мысалы, штейннің сыбаға салмағы 4—4,5 болса, шлактікі 3—3,5 ғана.

Завод тәжірибесінде концентратты, болмаса руданы флюссіз, тек өзін қорыту деген мәселе өте сирек кездеседі. Өйткені, жалпы қорыту процестерінде ең алдымен шлактың құрамасына қарай, неғұрлым соның өте тұтқыр болмауына, отын, болмаса басқа шығынның шамалы болуына қарайды. Ал, жоғарыда айтылған концентрат я руданың тек өзін қорытатын болсақ, біріншіден — отын өте көп кетуі мүмкін. Себебі, шихтаның ішіндегі мыс, темір сульфидтерін, әсіресе, металдардың тотықтарын алатын болсақ, олар жеке тотық түрінде петше қорымай, сол қалпында қалып қоюына да мүмкін. Мысалы, кальций тотығы жеке қалпында 2000 градуста қорық

бастайды, силиций тотығы да сол мөлшерде қорыяды. Ал, бұлардың қорытпаларын алатын болсақ, олар 1000 градустан бастап жеңіл қосылып, 1100—1300 градустарда тіпті сұйық болып кетеді. Екіншіден, шлак тұтқыр болып, штейнді тұндырмай, мысты көп ілестіріп алші кетуі мүмкін.

Міне, сондықтан қашанда болсын концентратты, болмаса руданы қорытудың алдында оларға флюс қосады (кварц, избес тас, т.б.). Сонымен шихта пешке түскеннен кейін, ылғады біртіндеп кебе бастайды да, мөлшері 1000—1100 градуста ішіндегі сульфид және тотық бөлшектері бір-бірімен химиялық реакцияға келіп қосыла бастайды. Мұнда мыс сульфиді мен темір сульфидтерінің химиялық қосылуы нәтижесінде біртіндеп штейн құрала бастайды; темір, кальций, силиций, магний тотықтары бірі мен бірі қосылуы нәтижесінде шлак құрала бастайды. Осы айтқан металл тотықтарының силиций тотығы мен химиялық қосындыларын силикат деп атаймыз. Мысалы: темір силикаты, кальций силикаты т.б. Осы жоғарыда айтылғандарды қорыта келгенде, мыс қорыту процесінде, құрамалары тіпті өзгеше екі қорытпа аламыз: бірі сульфид қорытпалары — штейн, екіншісі, тотық металдардың қорытпалары — шлак.

Ілгеріде, штейн сұйық қалпында конвертерлеу процесіне кетеді де, шлак завод алаңынан тысқары жерге, былайша айтқанда, үйіндіге (отвал) төгіле береді.

Мұнан кейін шарпу пештеріне отын жағу да қорыту процестерінде ең маңызды мәселелердің бірі. Өйткені шихтаны тез қорыту, онан қала берді пештің өнімін арттыру үшін, шарпу пештерінің қызуы 1400—1600 градустан кем болмауға тиіс. Яғнй, бұл қызу мөлшеріне жету үшін отынды көп жағып, соның түзу жануына үлкен жағдай туғызу керек.

Міне, сондықтан бертін кездерде көмірді елеген ұндай майдалап, ауамен араластырып жағады. Мұнда ауа желдеткіш (вентилятор) арқылы пешке трубамен үріліп тұрады да, майда көмір сол ауа жүретін трубаға түсіп, ауамен еріп пешке барып түседі. Бірақ, мұнда көмірмен ауа біріне-бірі сәйкес, мөлшермен ғана араласуы керек. Демек, егерде ауа көмір мөлшерінен артық берілсе, ілгеріде пешті қыздырудың орнына, суытуға мүмкін. Ал, көмірді артық араластыратын болсақ, ауаның жетімсіздігінен, көмірдің біразы жанбай, ішіндегі шихтаның бетін басып қалып, оның қоруына үлкен кесел келтіріп, шихтаның ішіндегі артық күкіртті жандырмай штейнге кетіруі мүмкін. Себебі, завод тәжірибелерінде шихтаның ішіндегі күкірттің 25—30 проценті қорыту нәтижесінде жанып, газға айналып кетуі керек. Бұл күкірт штейн құрылуына керекті күкірттің есеп мөлшерінен артық, етіліп әдейілеп қалдырылады. Ал, егерде бұл күкірт жанбай қалса, шихтамен бірге қорып, штейнге кетеді де, темір сульфидін көбейтіп, штейнді кедейлендіріп жібереді.

Шарпу пештерінің конструкциясы

Шарпу пешінің құрылысы жөнінде және жалпы өлшемдері туралы өткен тарауда түсінік беріп кеткеміз. Дегенмен, бұл пештердің өлшемдерін

үлкейту я болмаса кішірейту бірнеше жағдайларға байланысты. Оның ішінде көбінесе кездесетін жағдайлар мыналар:

1. Руда шығаратын кендердің, онан қала берді байыту фабриктерінің өнімі, пешті, руда, концентратпен үздіксіз қамтамасыз етіп тұруы керек.

2. Жергілікті жағдайлар: су, электр қуаты, сапалы отын, флюс жеткілікті болу керек.

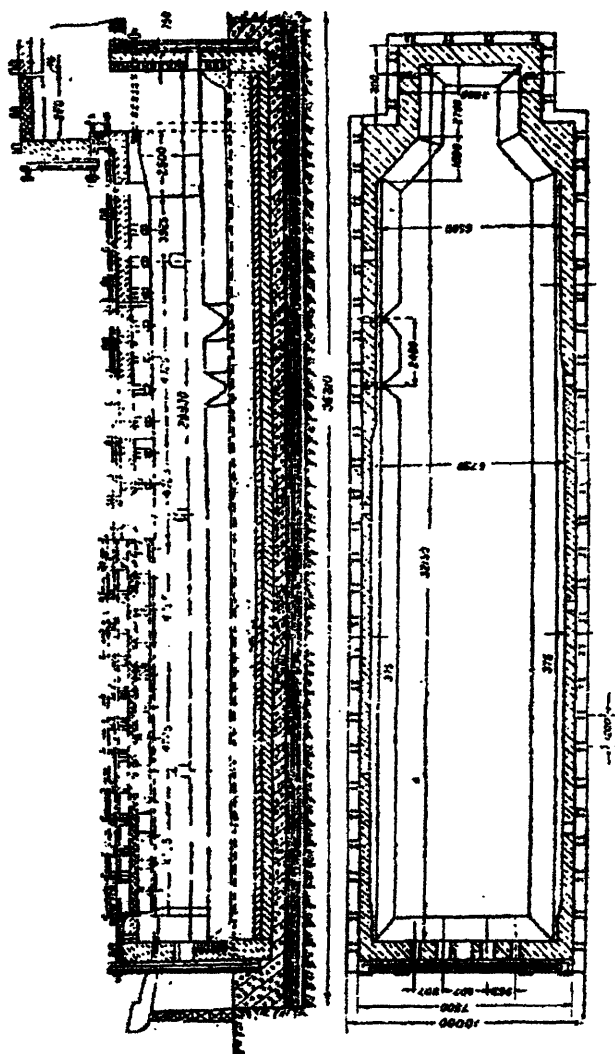
3. Жол қатнасы үздіксіз істеуі керек.

Міне, осы жағдайлар толық болса, сонда ғана бұл пештердің тиісті өлшемдерін, онан қала берді пеш санын толық анықтап аламыз. Осы уақыттағы пештердің сөткелік қорытатын шихтасы 300—800 тоннаға дейін барады. Бірақ, тәжірибе жүзінде, пештің өнімін сөткемен есептемей, пештің табанының шаршы метріне сәйкес есептейді. Мысалы айталық: пештің табаны 200 шаршы метр, ал сөткелік өнімі 400 тонна шихта болса, яғни пеш табанының әр шаршы метрі сөткесіне 2 тонна шихта қорытады деп есептейді. Былайша айтқанда, неғұрлым пеш енді келіп, ұзын болса, солғұрлым пештің өнімі артық болады. Осы кездегі шарпу пештерінің ұзындығы 30—35 метр шамасынан аспайды. Демек, пештің аяқ шенінің қызуы бас шеніне қарағанда төмен болады да, аса ұзын пештерде шлак сәл суып, тұтқырланып кетуге мүмкін. Жоғарыда, шлак неғұрлым тұтқыр болса, солғұрлым мысты көбірек ертіп әкетеді деп айтып кеттік. Міне, сондықтан пештің аса ұзын болуы да іске жағдайсыз келеді.

Ал, пештің көлденеңін алатын болсақ, тәжірибе жүзінде 6—8 метрден артық жасауға болмайды. Себебі, пештің ұзын іргелерінің арасы неғұрлым алшақ келсе, солғұрлым сводты (пештің ійілме төбесін) ұастастырып тұру өте қыйын. Свод құлап кетуге мүмкін.

Сонымен шарпу пештерінің конструкциясыменен жалпы танысу үшін 4 суретті қараңыз.

Бұл суретте *форсунка* тұратын тесіктердің тек біреуі ғана көрсетілген. Шынында, бұл тесіктер біреу ғана емес, мөлшері 5—6, кейде 8 болады. Ал, форсунканың өзін алатын болсақ, қалыңдығы 8—10 миллиметр темірден істелген, пешке кіріп тұратын аузы төрт бұрыштылау, түтік сыяқты аспап.



4 сурет. – Шарпу (отражатель) пешінің ұзыннан тік және жатық қыйғандағысы.

Жоғарыда айтылған көмір тозаңы ауамен араласып осы форсунка арқылы үздіксіз пешке келіп түседі. Мұнда көмір тозаңы өте тез тұтанып, пешті қыздырып, өзінің жылылығымен пештің екі жақ ішкі іргесінде көлбей

жатқан шихтаны балқытып қорыта бастайды. Мұнда пештің бас кезіндегі қызулық 1500—1600 градусқа дейін көтеріліп, ал аяқ шенінде 1250—1300 градусқа дейін төмендейді. Пештен шығатын газ *боров* (пешпенен түгін шығатын трубаның екі арасын қосатын, газ жүретін жол) арқылы, яғни мұржа арқылы барып трубадан шығады.

Сонымен, шарпу пешінің негізгі конструкциялары мыналар:

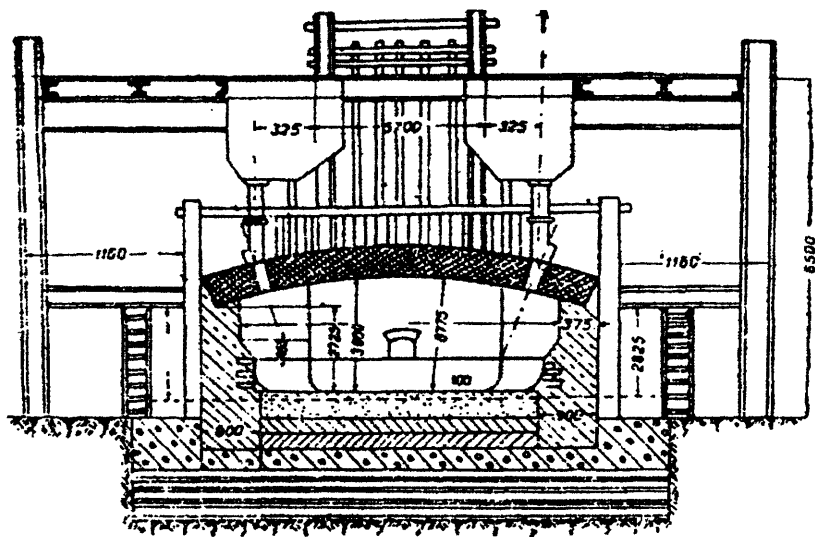
Фундамент. Фундамент дегеніміз тастан я кірпіштен қаланған, тіпті болмаса сұйық шлак құйылып қатырған, пештің негізгі ауырлық салмағын көтеріп тұратын ең астыңғы табаны. Осы күнгі жаңа салынған заводтарда фундаментті көбінесе тастан қалайды да, жіктерін сұйық ізбес болмаса цементпен құйып қатырып тастайды. Бертінде фундаментті шлактан да жасап жүр. Мұнда сұйық шлак, тереңдігі 3, метр қазылған жерге, бетімен бірдей болғанша жаппай құйыла береді. Кейде, қазылған жерді бірнеше бөлмеге бөліп, араларына темір бетон құйып, сонан кейін ғана сұйық шлакпен толтырады.

Сонымен, фундамент жердің бетімен бірдей болғанда болмаса сәл биіктей бастағанда, соның үстіне пештің іргесін отқа төзімді *динас*, *шамот* кірпіштерімен қалай бастайды.

Пештің табаны (лещадь, под). Пештің астыңғы табаны, бірнеше қабат етіліп нығыздалған құмнан жасалады. Ең алғашта, фундаменттің үстінен бір қабат кірпішті жалпағынан төсеп келеді де, соның үстінен құмды нығыздап төсейді. Құмның жалпы қалыңдығы 60—80 сантиметр болуы керек.

Пештің күйме төбесі (свод). Күйме отқа төзімді *динас* кірпішінен иіле қаланады. Шарпу пешінің төбесін қалау өте жауапты да, арнаулы шеберлердің қолынан келмесе, басқа жай қалаушылардың қолынан келмейді. Сводты қалау үшін әдейі пештің үстіңгі ернеуімен бірдей етіліп ағаш тақтайдан иіліп *сөре* жасалады. Осы имек сөренің үстімен кірпіштер жымдастырылып тігінен қойыла береді. Свод көлденеңі пеш көлденеңімен бірдей. Осы көлденең шеттері, пештің екі жақ іргесінің үстінде ұзыннан жатқан астауша темірге келіп тіреледі (5 сурет). Свод пештің ұзындығына жаппай қалана бермей, бірнеше секцияға бөлініп (әр секциясы 3—6 метрден), араларында жік қалдырыла қаланады.

Осы кездерде шарпу пештерінде екі түрлі свод қолданады: бірі — жоғарыда айтылған әдіспен қаланады; екіншісі — қондырма свод. Соңғы әдісте бірнеше отқа төзімді магнезит кірпіштер (8—10 кірпіш) жалпақ темірге беттестіріле біріктіріледі де, тұтқа мен пештің үстіндегі көлденең темірге ілініп қойылады. Бұл қондырма сводты қолданудағы мақсат мынау; пештің бас шеніндегі сводтар тез тозғыш, астынан, біртіндеп қору нәтижесінде, жұқарып, тесілгіш келеді. Осының салдарынан кейде, пештің бас шеніндегі свод секциялары құлап, пешті бірнеше күн тоқтатып та тастайды. Міне, осы жағдайларды ескере келгенде, қоймалы свод әлде қайда ыңғайлы да, пеш жүріп тұрғанда, біртіндеп, тозған жерлерін жамап, кірпішін ауыстырып тұруға мол мүмкіншілік келтіреді.



5 сурет. – Шарпу (отражатель) пешінің көлденең қыйғандағысы.

Мұнымен қатар, пеш қатты қызу нәтижесінде свод суық қалпындағысынан өзгеріп, ісініп керней бастайды. Яғни осының салдарынан пештің іргесі сыртына қарай жалпайып, болмаса құлап та кетуіне мүмкін. Міне, осы жағдайларды алдын ала ескеру үшін пештің іргелерінің сыртынан (арасы 2 метрден) іргеге жапсыра, тікесінен, пештің биіктігінен бір метрдей асырып, қос табанды темір тіреулер тірейді. Бұл тіреулердің бастарын ұастастырып, тарта бекітетін, жуандығы 5—6 сантиметр жұмыр темірлерді таяға (тарта) деп атайды.

Шарпу пешін жүргізу және тоқтату тәжірибелері

Жаңа салынып, болмаса ремонттан шыққан пештерді жүргізу үшін алдын ала мынадай дайындық жұмыстары жүргізіледі:

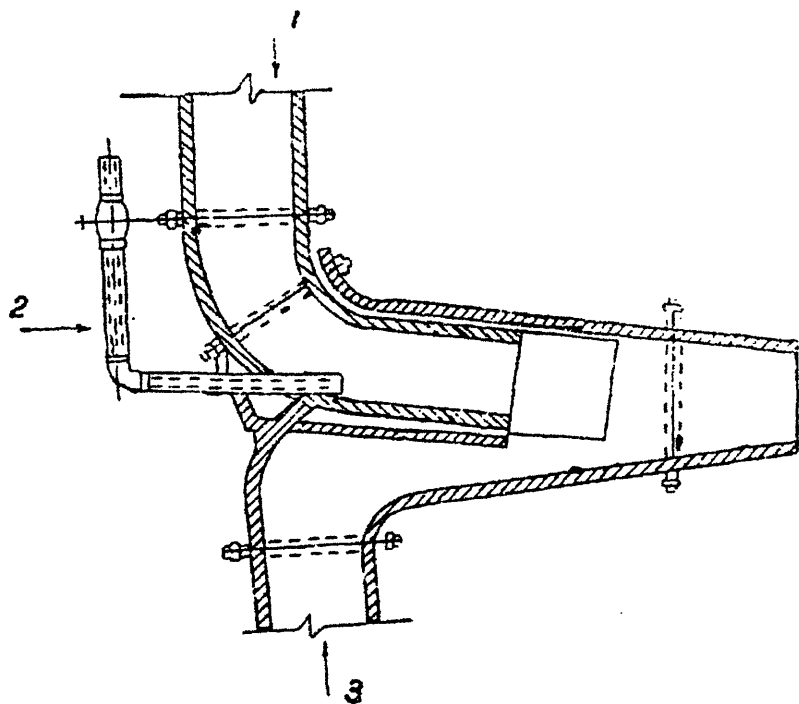
1. Ең кемі 6—8 күнге дейін, пешті кептіріп қыздыру үшін құрғақ ағаш, болмаса мұнай қалдықтарының жеткілікті запасы болуы керек.

2. Пешті ағаш отынмен әжептәуір қыздырғаннан кейін, оның қызуын біртіндеп кетеріп, 1500—1600 градусқа дейін жеткізу үшін, көмір тозаңының запасы жеткілікті болуы керек.

3. Дайын шихтаның запасы 15 күндіктен кем болмауы керек. Міне, осы айтылған материалдар дайын болса ғана пешті жүргізуге, кірісуге болады.

Сонымен пешті жүргізуге мына тәртіппен кіріседі: пеш салынып болғаннан кейін 2—3 күндей сол қалыпта тұрып жай кебеді де, сонан кейін әдейілеп қалдырылған, пештің екі жақ бүйіріндегі, бірнеше тесіктерден

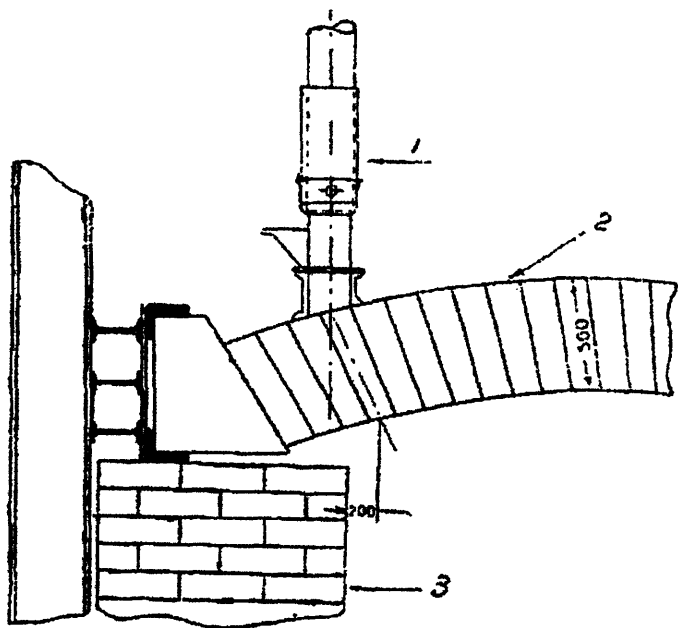
(терезеше) пештің ішіне ағаш тастала бастап, үстінен керосин, болмаса мұнай қалдықтары құйылады. Сөйтіп, пеш тұтанғаннан кейін, ағашты біртіндеп, молайта жағып 6—8 күннің ішінде пештің қызуын 600—700 градусқа дейін апарады. Мұнан кейін ағаш жағуды тоқтатып, жоғарыда айтылған көмір тозаңын ауамен араластырып форсункаларды біртіндеп жібере бастайды.



6 сурет. — Форсунка.

1 — алғашқы ауамен көмір тозаңы жүретін труба; 2 — жоғары қысымды ауа жүретін труба; 3 — қосымша ауа жүретін труба.

Форсункалар түгел жіберіліп болғаннан бастап пеш тағы да 2—3 күндей бос қыздырылады. Мұндағы көзделетін мақсат: жоғарыда айтылған пеш астындағы құмның бетін балқытып, тұтастырып тастау және сводтың қалай көтерілгенін байқау. Осы айтылған қыздыру тәртіптерін өткеннен кейін, 2 күн шамасында пешті таза тоқтатып, барлық тесіктерін бекітіп қымтайды. Міне, сонан кейін пеш қайтадан қыздырылып, қызулығы 1500—1600 градусқа жеткеннен кейін, жеңіл қорытғын шихтаны (қатқан конвертер шлагі, басқа мысты материалдар) біртіндеп пештің бас шеніндегі тесіктерге сала бастайды.



7 сурет. – Күйме (свод) құрылысы.

1 — шихта салатын труба; 2 — күйме (свод); 3 — пеш іргесі.

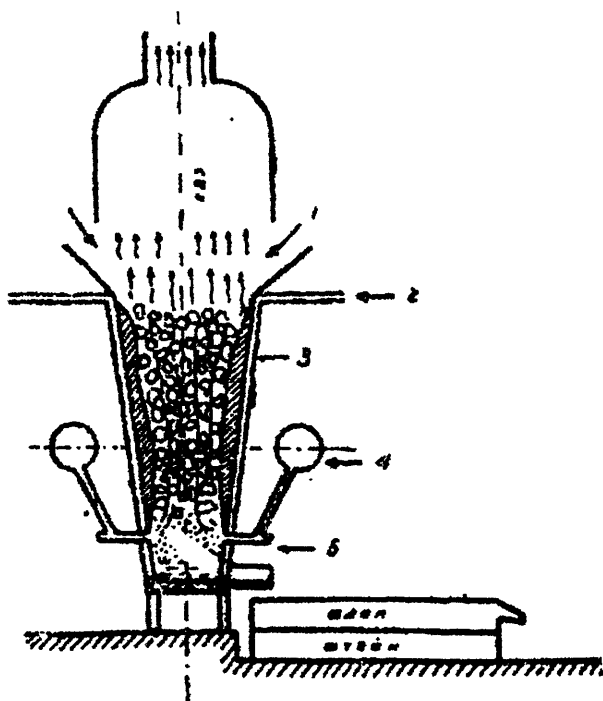
Сөйтіп, пеш әбден қызған сайын шихтаны молырақ салып, күннен-күнге өнімін арттыра береді. Ал, пештің тоқтату тәжірибелерін алатын болсақ, мұнда пеш тоқтатудан 1—2 күн бұрын пешке шихта салу тоқтатылады да, ішіндегі қалдық шихтаны түгел қорытып болғанынша шлак пен штейнді пеште қалдырмауға тырысады.

VII ТАРАУ. ШАХТА (ВАТЕРЖАКЕТ) ПЕШТЕРІНДЕ МЫС ҚОРЫТУ

Шахта (ватержакет) пешінің құрылысымен және қорыту процестерінің схемасымен жалпы танысу үшін мына көрсетілген схеманы қараңыздар (8 сурет).

Жоғарыда айтылған шарпу пешімен бұл пештердің жалпы химиялық процестерінде, тіпті болмаса қорыту нәтижесінде алынатын продуктыларында көп айырма болмағанмен, шахта пештерінде шихта қорыту технологиясы өте қиын келеді және кез келген материалдарды қорыта беруге болмайды. Мысалы, шарпу пештерінде күйдірілген майда концентратты, болмаса руданы әдейілеп уақтап қорыта беретін болсақ, мұнда

бұл материалдарды неғұрлым ірілеу мөлшері 20—75 миллиметр шамасында кесек қалпында ғана қорытуға болады.



8 сурет. – Шахта (ватержакет) пешінің жалпы схемасы.

1 — шихта салатын тесік; 2 — колошник; 3 — кессон; 4 — ауа жүретін труба; 5 — фурма.

Пеште қорытылатын барлық шихтаның жарамсыз майдасы (ірілік жағынан) 10 проценттен аспауы керек.

Шарпу пешінде отынды ауамен араластырып, пешке үрлеп тек оның қызуын ғана пайдаланатын болсақ, мұнда отын (кокс) пешке шихтамен аралас салынып, оның қызуын пайдаланумен қатар, химиялық процестерге, яғни штейн шлақ құрылуында қатысуын көздейді. Мұнан кейінгі айырмасы: шарпу пештерінде силиций тотығы көп материалдарды қорытып, тұтқыр және қышқыл шлақ алатын болсақ, шахта пештерінде мұндай шихтаны қорыта алмаймыз, себебі, бұл пештер өте талғамалы келеді де, шлақтың сәл тұтқырлығын көтере алмайды. Былайша айтқанда, шлақ неғұрлым сұйық болып, пештен жеңіл ағатын болса, сонда ғана пеш дұрыс істеп, шихта қорыта алады.

Міне, сондықтан заводтардың көшпелігінде шахта пештерін көп

қолданбауға тырысады да, болмаса өте талғап, тіпті лажсыз керек болғанда ғана қолданады.

Мысалы, ерте кездегі Орал заводтарын алатын болсақ, көпшілігі шахта пештерімен істеген. Ал, қазірде бұл заводтардың бәрі де шарпу пештеріне кешіп, бірен-саран қалған шахта пештері тек көмекші ретінде ғана, ірі, ішінде силиций тотығы аз, сульфид рудаларды қорытуға ғана қолданылып жүр.

Біздің Қазақстанның мыс рудаларында силиций тотығы 60—65 процентке дейін барады. Сондықтан бұл пештер Қазақстан мыс заводтарында қолданылмайды.

Жоғарыда, шахта пештеріне шихта отынмен (кокс) аралас салынады деп айтып кеттік. Мұнымен қатар, бұл пештер икемге көне беретін шарпу пешіндей емес, шихтаның құрамасы, алдын ала жасалған есептен сәл бұрыс болса, болмаса кокс, я ауаның шамадан артық, кемдігі болса жүрісі тез бұзылады да, оны қайтадан түзеу өте қыйынға айналады.

Міне, сондықтан шихтамен бірге пешке салынатын кокс тек есеппен ғана беріліп, ауа мөлшерімен сәйкес келуі керек. Бірақ, пешке салынатын шихтаның құрамасына қарай бұлар біріне-бірі сәйкес келмеуіне де мүмкін. Демек, егер шихтаның ішінде күкірт көп болатын болса, кокс аз беріледі де егер, шихта өте тотықты я күкірт аз болса, кокс көп беріледі.

Сонымен, шихтаның құрамасына қарай, болмаса отынның аз, көп жағылуына қарай бұл пештерде мыс қорытудың негізгі үш түрлі әдістері бар. Олар мыналар:

1. Тотық рудаларды металл қалпына келтіре қорыту.
2. Пиритті рудаларды қорыту.
3. Пириті аз, тотық аралас рудаларды қорыту.

Бірінші әдіс қазірде мыс қорытуда қолданылмайды. Бұл әдіс көбінесе қорғасын қорыту металлургиясында қолданылып жүр. Дегенмен, түсінікті болу үшін бұл әдісте қорыту процесі қалай өтетіні жөнінде тоқтап өтейік.

Бұл әдісте шихтаға мөлшері 15—20 процент (шихта салмағынан) кокс араластырылады. Шихта пешке түсісімен фурмадан үрілген ауамен кездесіп жана бастайды. Мұнда кокстың ішіндегі көміртегі алғашқыда ауадағы оттегімен қосылып иіс газына (CO) айналады. Бұл газдың қасиеті — руда тотықтарының ішіндегі оттегін металдан айырып, өзіне қосқыш келеді. Міне, сондықтан CO газы шихтаны аралай бастағаннан-ақ тотық мыс рудаларынан оттегін айырып, өзіне қоса бастайды. Сөйтіп, осы қосылу нәтижесінде көміртегінің қышқылы құралып (CO₂) басқа газдармен араласып пештен шығып кетеді. Ал, оттегінен айрылған металдар қорып, пештің астына жыйнала береді де, сонан ағызылып алынады.

Пиритті рудаларды қорыту. Бұл әдістің жоғарыда айтылған металл қалпына келтіре қорыту процесінен айырмасы мынадай:

- 1) пешке салынатын шихтаның ішінде ең кемі 35—40 процент күкірт болуы керек;
- 2) отын (кокс) шығыны 2—3 проценттен аспауы керек (шихта салмағынан).

Байыту әдістері шықпай тұрған кездерде бұл әдіс экономика жағынан

өте пайдалы еді. Себебі мұнда отын тек тамызық ретінде ғана қолданылып, шихтаның күкірті мек темірі отын ретінде пайдаланылатын. Ал, қазірде пиритті рудалар сирек кездеседі де, онымен қатар, мұндай рудалар болған күндерде флотация әдісімен байытылып, шарпу пештерінде қорытылуға тиімді деп есептеледі.

Пиритті аз рудаларды қорыту. Бұл әдіс шихтаның ішіндегі күкірт 35 проценттен төмен болса ғана қолданылады. Отын шығыны шихтаның ауырлық салмағымен 7—10 проценттен аспауы керек. Былайша айтқанда, бұл процесс жоғарыда айтылған екі әдістің қайсысына болса да жақын келеді де, солардың аралығынан орын алады. Мұнда шихта бір жағынан отын қызуымен қорытын болса, екінші жағынан шихтаның ішіндегі күкірт пен темірдің жануынан қорыйды.

Бұл айтылған әдістерде ең зор кемістіктің бірі — пиритті рудалардың ішіндегі компоненттерін толық пайдалана алмай тек мыс қана қорытып аламыз. Руданың ішіндегі күкірт, темір сыяқты заттар шлакқа, болмаса газға айналып пайдаға аспай қала береді. Соңғы кездерде мыс рудаларының ішіндегі күкіртті босқа жібермей пайдалану ретінде бірнеше зерттеу мәселелері жүрді. Осы зерттеу нәтижесінде инженер Ленандер рудадан мыс қорытып алумен бірге, оның ішінен таза күкіртті де алатын әдісті ойлап тапқан. Жоғарыда айтылған пиритті руда қорытатын әдістермен бұл әдіс процестерінің айырмалары мынау:

1. Жай шахта пештерінде руданың ішіндегі күкірт ауамен қосылып газбен бірге далаға жіберіледі; бұл әдісте күкірт ауамен қосылмай, бос түрінде жыйналып, химиялық жолдармен тазартылады.

2. Жай шахта пештерінің үсті ашық болады; бұл әдістегі пештің үсті жабық тұрады да, тек шихта салғанда ғана ашылады. Газ таза күкіртпен араласып, пештің артындағы трубамен химиялық аппараттарға жіберіледі.

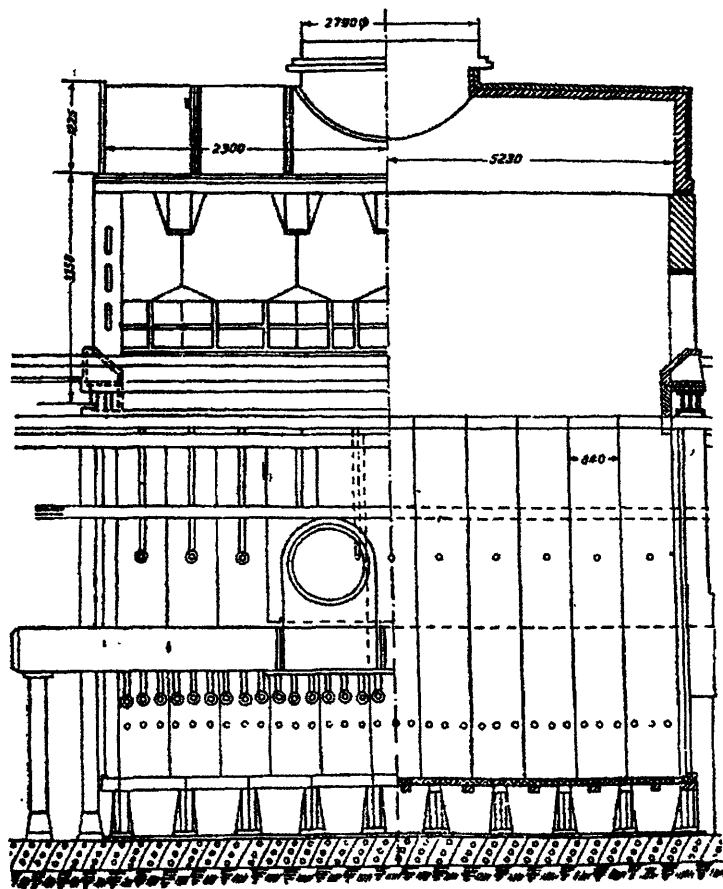
Соныменен, бұл әдісте мыс қорытумен бірге күкірт те алынады. Біздің Советтер Одағында бұл әдісті Оралдың күкіртті рудаларына қолданады.

Шахта пештерінің конструкциясы

Ерте кездерде шахта пештері түгелімен тастан я отқа төзімді кірпіштен салынып, сырты жұқа темірмен қапталатын. Бұл пештер қызуға өте шыдамсыз, іргелері тез тесілетін, мыс өнімі аз болып, мыс қымбатқа түсетін. Онымен қатар, жалпы жұмыс жағдайына болсын, онан қала берді жұмыскерлердің ден саулығына болсын жағдайсыз әрекеттер келтіретін.

Осы уақыттағы шахта пештері бұрынғыдан әлде қайда ілгері кетіп, сонымен қабат мыс қорыту техникасының да күннен күнге ілгерілеуінің нәтижесінде, бұлардың да негізгі конструкциялары, кірпіштен қаланбай, темірден жасалатын болды. Бұрынғы пештер кішкене 4 бұрышты, болмаса дөңгелек істелген болса, қазірде пештердің ұзындығы 6—8 метр, биіктігі 8—10 метрге дейін жетті. Сонымен, қазіргі пештердің іргелері түгелімен қуыс жалпақ темірлерден, былайша айтқанда, *кессоннан* жасалып, биіктігі пеш биіктігімен бірдей келеді. Кессондардың көлденеңі 1—1,5 метрдей,

қалыңдығы 20—25 сантиметрден аспайды. Кессондардың әрқайсысы, бөлек қалпында, пешке жағалата қойылып, жіктері отқа төзімді асбестпенен тығыздалады. Осы кессондардың ішінен су үздіксіз жүріп, ең соңғы кессоннан сәл жылыи бергенде ағзылып жіберіледі. Бұл су кессонның ішкі шихта қорыйтын жағын салқындатып, қорыған материалдар ең алғаш пеш жүре бастағанда кессонның ішкі бетіне жабысып, қаспақтандырып қорып қалады; бұл қатқан қаспақтар сәл қалыңданып, кессонның ішкі жағын оттан, қорыған шихтадан сақтап күйдірмейді.



9 сурет. — Шахта (ватержакет) печи.

Соныменен, бұрынғы кірпіштен жасалған пештер, өзінің түріне қарай пахта пепі деп аталып келсе, осы кездегі кессонды пештерді көбінесе *ватержакет* деп атайды. (Ватержакет — ағылшын сөзі). Қазақша — *су киім* деп атадық.

Кессондарға су төменгі етек жағынан қысыммен келіп құйылып, жоғарғы жағындағы тесіктерден шығып басқа жаққа ағызылып жіберіледі. Мұнымен қатар, әр кессонның астыңғы етегінен сәл жоғары жерден (20—40 сантиметр) пешке ауа жіберіліп тұратын 3—4 тесіктер жасалып, соларға темірден я шойыннан әдейіліп істелген трубалар қойылады. Бұл трубаларды фурма деп атайды. Желдеткіштен келетін ауа пешке осы фурмалар арқылы келіп отырады.

Пештің фурма белдеуінен төменгі жағын *ішкі горн* деп атайды. Себебі пеште қорыған шихта алдымен осы горнға жыйналып, осының астыңғы жақ жанынан істелген тесік (шпур) арқылы астаушаға ағып пештен бөлек, алдында тұрған сыртқы горнға барып құйылады. Алдыңғы горн (яғный сыртқы) дегеніміз пештің алдында, бөлек жасалған, дөңтелек я сопақша келген үлкен ыдыс. Оның ішкі жағы отқа төзімді кірпіштен қаланып, сырты жұқа темірмен қапталады. Горнның енділігі (диаметрі) 6—8 метр, биіктігі 1,5 метр.

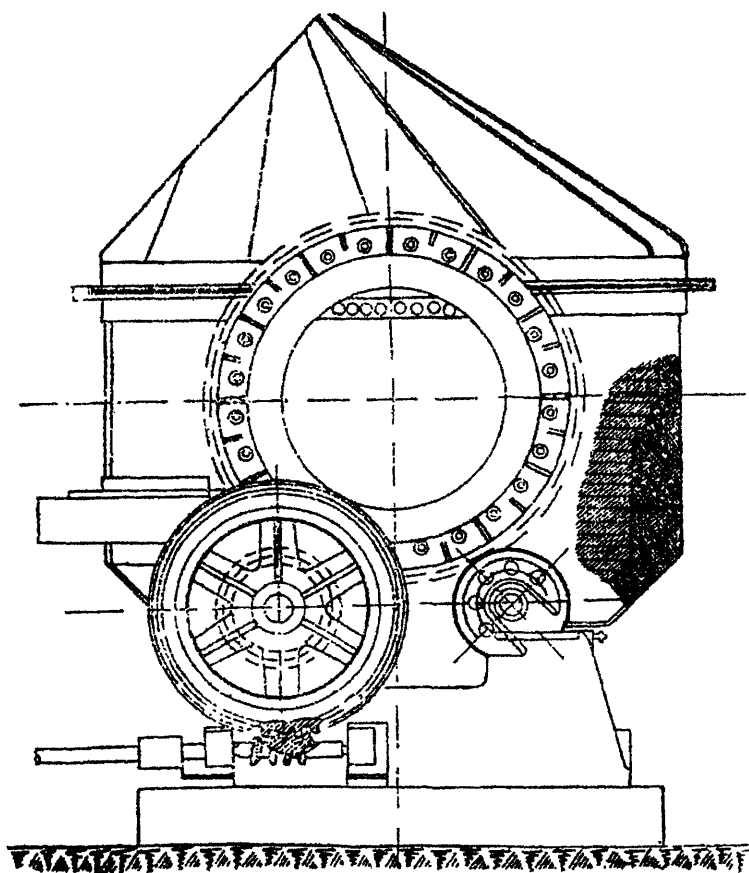
Соныменен, пештен аққан сұйық шихта осы горнға құйыла береді де, біртіндеп тұна бастайды. Мұнда жоғарыда айтылған шарпу пеші сыяқты, сыбаға салмағына қарай екі продукт аламыз: үстіңгі қабатында жеңіл шлак болады да, ал, астыңғы қабатында штейн болады.

Шлак вагонеткамен үйіндіге тәгіледі, болмаса қатты су ағынымен іртпектеліп бөлек шұңқырға (зумпф) жыйнала береді. Бұл іртпектелген шлақты құрылыстарда, болмаса асфальт, бетон жасау жұмыстарында қолданады. Осы соңғы айтқан шлақты су ағынымен іріту әдісін *грануляция* әдісі деп атайды. Ал, горнның түп жағындағы штейн, шпур тесігі арқылы ағызылып конвертерлеу процесіне жіберіледі.

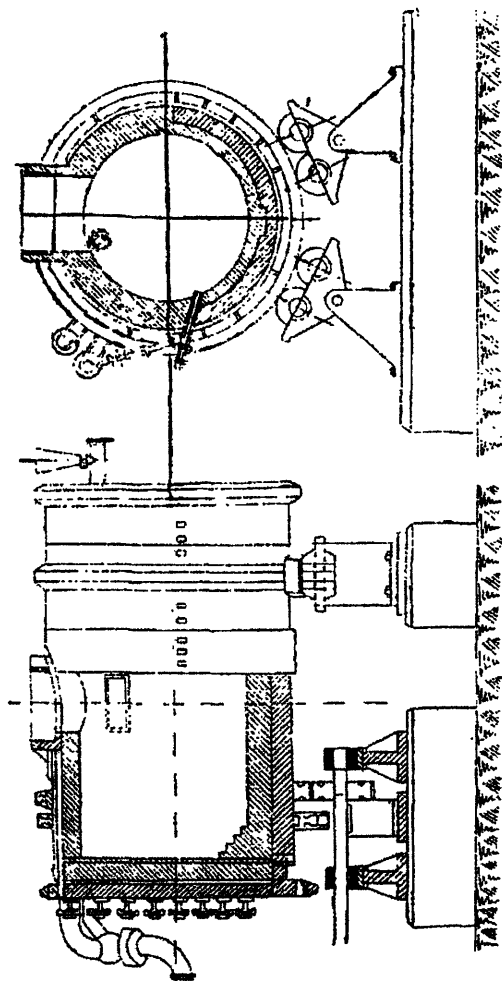
VIII ТАРАУ. МЫС ШТЕЙНІҢ БЕССЕМЕРЛЕУ

Бессемерлеу процесі—штейнді сұйық, балқып тұрған қалпында ауамен үрлеп, оның ішіндегі күкірт, темір және басқа қоспаларды шлак я газға айналдырып таза мыс алу. Мысты бұл қоспалардан арылту үшін, шарпу я шахта пештерінен ағызылып алынған штейнді, балқып тұрған қалпында конвертерге құяды, оның ішіне есеп мөлшерімен құм қосып, ауамен үрлейді (конвертерлерді 10—11 суреттерден қараңыздар). Мұнда мынадай химиялық реакциялар болады. Ең алғашта ауаның ішіндегі оттегі штейндегі күкірт пенен темірді жандырып, оларды тотық қалпына айналдырады. Күкірт газға айналып (SO_2), біртіндеп ұша береді де, ал темір тотығы қосылған кварцтың (құм) ішіндегі силиций тотығымен қосылып, темір силикатына айналып, шлак болып, штейннің бетіне қалқып шығады. Қалқып шыққан шлактарды конвертерде көп тоқтатпай, мерзімді уақытта құйып алып, қайтадан шарпу

пештеріне құяды да болмаса басқа жерге төгіп, сындыруға оңай болу үшін, жұқалап қатырады. Демек, конвертер шлағында қашанда 1,5—3 процент мыс болады, сондықтан оны керексіз деп үйіндіге төгіп тастауға болмайды. Соныменен, бұл операция іштейінде темір біткенше бірнеше рет қайталанады да, сонан соң конвертерде тек күкіртпен байланысқан мыс қана қалады.



10 сурет. – Грет фоллс конверторы.



11 сурет. – Пирс-Смит конверторы.

Бұл күкіртпен байланысып қалған мысты *ақ матт* деп атайды (ішінде мысы 75—80 процент). Бұл күкірт, үрілген ауамен тотығып, газбен ұшып кетеді де, таза мыс конверторда қала береді. Бірақ, мыс әбден тазаруға жақындағанда өте сақ болу керек. Демек, мыспен байланысқан күкірт біткеннен кейін мыстың өзі тотыға бастауы мүмкін.

Мұнда мына мәселені де айта кетейік: конвертор ең алғаш қыздырылғаннан кейін оған отын жағылмайды. Қызулық сол штейннің ішіндегі күкірт пен темірдің тотығуынан және темір тотығы мен силиций тотығының химиялық қосылуынан пайда болады; (кейде осылардың өз қызуының молдығынан конвертер істен шығып қалатын да кездері болады). Ол уақыттарда конвертердің қызуын бәсеңдету үшін қатқан шлак, штейн болмаса мысқа бай рудаларды салып араластырады.

Тәжірибе жүзінде штейнде мыс неғұрлым аз болса, солғұрлым конвертор өте қызу жүріп, сұйық заттарды (қатқан шлак, штейн) қосуды аса көп тілейді. Міне, сондықтан завод маңындағы әртүрлі мысы көп материалдарды осы конверторда штейнмен бірге қорытуға тырысады.

Соныменен, қысқаша айтқанда, штейнді бессемерлеу нәтижесінде конверторда үш түрлі продукт аламыз: 1) темір, силиций тотықтарының қосындылары, (конвертор шлағы); 2) күкірт тотығы SO_2 — газ; 3) мыс.

Конверторда қорытылған мыс таза болмайды. Ішінде 1,0—1,5 процент шамасында басқа металдар да болуына мүмкін. Мысалы: оттегі, алтын, күміс, мышьяк, сурьма, т.б. Міне, осы қоспалардан тазарту үшін мысты ілгеріде кішкене шарпу пештерінде рафинадтайтын цехтарға, болмаса электр қуатымен тазартатын электролиз заводтарына жіберіледі.

Штейнді бессемерлеу конверторлары

Осы уақыттарда мыс металлургиясында екі түрлі конверторлар қолданылады. Біріншісі — тік, *Грет-фоллис* конверторы (10 сурет), екіншісі — *Пирс-Смит* конверторы (11 сурет).

Бұл конверторлардың жалпы сыртқы құрылыстары — конструкциялары өзгеше көрінгенімен, былай, қорыту істерінде бөлектігі тіпті жоқ деп айтуға болады. Қайсысының болсада сырты қалың темірменен қапталып, ішкі жақтары отқа төзімді магнезит кірпіштермен (қалыңдығы 50—55 сантиметр) қаланады. Конверторға ауа жіберіп тұратын фурма құрылыстарында да айырма жоқ. Дегенмен, конвертордың өніміне қарай фурма саны көп я аз болуға мүмкін. Бірақ та, Пирс-Смит конверторларының аумағы үлкен, ұзын болғанымен, жұмысқа өте икемді жатық келеді. Грет-фоллис конверторының өнімі шамалы: бір қорытқанда 10—15 тонна ғана мыс қорытады. Сондықтан, бұл конверторлар кіші-гірім заводтарда ғана болмаса, үлкен заводтарда қолданылмай, көмекші ретінде ғана қолданылады.

Бұл конверторларды үлкен етіп жасап, өнімін арттыруға да болар еді, дегенмен, оларды тік қойғанда, оның ауырлығын көтеретін ыңғайлы механизмдерді жасау өте қиын.

Пирс-Смит конверторларының өнімі бұл конверторлардан әлде қайда артық та, сондықтанда көбінесе үлкен заводтарда қолданылады; мысалы: Балқаш заводтарындағы Пирс-Смит конверторы бір қорытқанда Герт-фоллис конверторынан 5—6 ретке дейін артық қорытады. Мұнымен қатар бұл түсті конверторлардың қозғалып айналуына аса қиын конструкциялы механизмдардың керектігі шамалы.

ІХ ТАРАУ. МЫСТЫ РАФИНАДТАУ (ТАЗАРТУ)

Біз, жоғарыда, конверторда қорытылған мыс аса таза болмайды, ішінде 1—1,5 процент басқа металдар да болады деп айтып кеттік.

Мыстың ішіндегі осы айтылған басқа металдарды тазарту әдісі рафинадтау процесі деп атайды. Бұл процестің екі түрлі әдістері бар:

1. Кішкене шарпу пештерінде, конверторда қорытылған мысты қайтадан балқытып ауа болмаса бу арқылы басқа қоспаларын кетіру. Бұл әдісті *отпен рафинадтау* әдісі деп айтады.

2. Электролиз әдісімен рафинадтау.

Осы екі әдістің әр қайсысы қандай жағдайларда қолданылатындығы мыстың ішіндегі қоспалардың түріне байланысты, былайша айтқанда, темір, мышьяк, сурьма, оттегі, қорғасын, цинк т.б., осылар сыяқты қоспалар болса, онда шарпу пешінде рафинадтау әдісін қолданады. Ал, мыстың ішінде бұл металдар болмай, тек алтын, күміс сыяқты қоспалар ғана болса, онда электролизбен тазарту әдісін қолданады.

Отпен рафинадтау әдісінде алтын, күміс мыстан айрылмайды.

Соныменен, алғашқы әдісті толық ұғыну үшін, жоғарыда айтылған қоспалардан мысты не себептен тазарту керек, мыстың қасиетіне қандай әрекеттері бар, міне, соған жауап бере кетеміз.

Техниканың қай тарауында болса да, әсіресе, электротехника өндірістерінде пайдаланылатын мыс өте таза, ең көп болғанда ішіндегі қоспалары 0,05 проценттен аспауы керек. Мысалы, электротехникада қолданылатын мыс сымдарды алсақ, олар жұмсақ, созылғыш, тапталғыш іске көнгіш келеді. Жоғарыда айтылған қоспаларды алатын болсақ, олар мыстың бұл қасиеттерін өзгертіп, механикалық өңдеуге келтіртпей, омырылмалы, сынғыш етеді. Міне, сондықтан мыстың ішінде неғұрлым қоспалары аз болса, солғұрлым өңдеуге тез көніп, икемге келе беретіні осы. Қоспалардың қайсысын алсақ та, әр қайсысы өзінше әрекет жасап, мыстың негізгі қасиетін өзгертеді. Мысалы: мышьяк, сурьма, қорғасын, висмут сыяқты қоспалардың сәл жұғыны мысты омырылғыш етіп, өңдеуге келтіртпейді. Бұл қоспаларды зиянды қоспалар деп атайды.

Кейбір қоспаларды мыстың ішінде әдейілеп қалдырады. Мысалы: никель, қалайы, алюминий сыяқты металдар мысты қатайтып, жалпы сапасын арттырады. Мұндай қосындылары бар мыстарды әртүрлі мыс қортпаларын жасауға арнап, әсіресе, машина, автомобиль өндірістеріне өте керекті қола жез, баббит қортпаларын алуға пайдаланады.

Рафинадтау әдісінің тәжірибе жүзіндегі технологиясын алатын болсақ, ол мына түрде өтеді.

Конвертордан қорытылып алынған мыс қатқан қалпында кішкене шарпу пештерінде қайтадан балқыйды. Сонан соң, мыстың ішіндегі қоспаларды тотықтырып, шлаққа айналдырып жіберу үшін сырты отқа төзімді балшықпен сыланған темір трубаларды сұйық мыстың ішіне салып, ауамен үрлей бастайды. Бұл кезде мыс бұркылдап, қайнап араласады да,

ішіндегі қоспалар тотығып бетіне қалқып шығады. Ал тазарған мыс пештің астыңғы жағында қала береді. Бетіндегі шлақты қалқып, кәкпір сыяқты аспаптармен сүзіп алып, қайтадан конверторға жіберелі де, ал, пеште қалған мысты екінші рет тағы да тазартады. Бұл соңғы ретте мыстың ішінде байланысып қалған қалдық күкірт, оттегі газдарын, болмаса тотықпай қалған қоспаларды таза жою үшін, пештің бүйіріндегі тесіктерден, су әбден сіңген ағаш бөренелермен мысты тағы да араластырады. Мұнда ағаш ең алғашта буланып, соңынан жанып көмірге айналып, бетінде қалқып жүреді. Міне, осы операция өткен соң мыс тазарды деп есептеледі.

Мыстың тазарғанын мынадан біледі: қасық сыяқты кішкене ожаумен сұйық мыстан шарпып алып, ұзын қалыпқа құяды. Егер осы мысты майыстырғанда сынбастан екі үш біріне-бірі тиіссе, мыс жақсы тазарған деп санайды. Ал, егер омырылып кетсе, жоғарыда айтылған ағашпен араластыру әдісі қайтадан жасалады. Кейде тәжірибелі мастерлер қатқан мысты сындырып қарап, оның түсінен де біледі. Аса таза мыстар жібекше құлшырып, тым қызыл болмай, тек күңгірт күрөңдеу болып тұрады.

Х ТАРАУ. МЫС ҚОРЫТАТЫН ЗАВОДТАРДЫҢ ГАЗДАРЫН ТАЗARTY ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІК ЕРЕЖЕЛЕРІ ТУРАЛЫ

Газдардың көпшілігі металлургиялық пештерден шыққанда тек таза түрінде кетпей пештегі шихтаның, болмаса басқа қорыған заттардың шаңытқан шашырандыларын, тозаңдарын өзімен бірге ертіп, қоса ала кетуге қашанда бейім келеді. Бұрын бұл мәселеге аса көңіл бөлінбегенмен бертінде бірнеше зерттеу жұмыстары жүргізіліп, осы газдармен еріп кететін шаңдардың ішінде бос жыныстармен бірге бағалы металдар да кететіндігі анықталып, осы металдарды газдан айыруға бірнеше шаралар қолдана бастаған еді. Қазіргі кезде газдан шаң айырудың бірнеше әдістері табылды. Осы әдістердің ішінен мына әдістерге ғана қысқаша тоқтап кетеміз:

1. Газдарды ерекше камералардан өткізіп, шаңды камераның түбінде шөктіру.

2. Үлкен кенеп қаптармен сүзу.

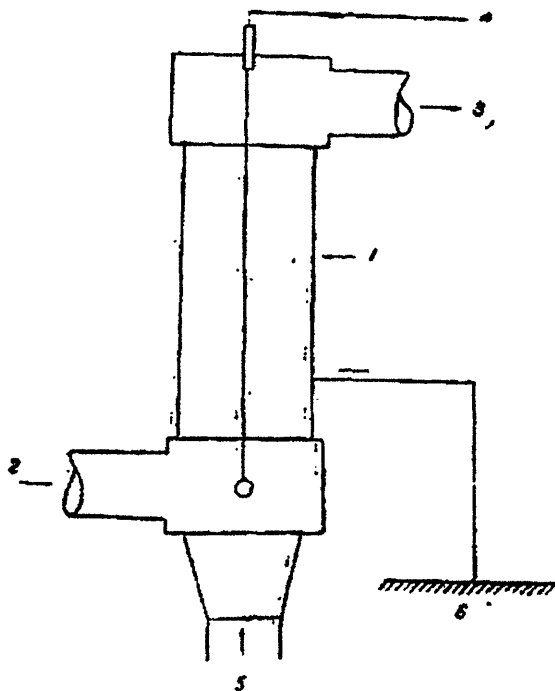
3. Электр тоғымен шөктіру.

Газдың шаңын камераларда шөктіру әдісінде газ пештен шығысымен өзінің алғашқы екпінін азайтып, камераға түсерде тіпті бәсеңсіп, екпіні солғындап қалады. Осы бәсеңсіген жағдайда, газдың ішіндегі шаңның ірірек қыйыршықтары камераның түбіне шөге береді де, аса майда қыйыршықтары газға еріп ілгері кетеді.

Кенеп қаптармен шаңды сүзу әдісінде, газ пештен шығысымен, қызуы бәсеңдеген соң, әдейілеп жасалған трубалар арқылы бірнеше кенеп қаптардан өтеді: шаң сүзіліп қаптың ішінде қала береді де, газ қаптың саңлауларынан шығып түтін трубасына кетеді. Бұл әдістің бір жағдайсыз жері — қапшық саңлаулары шаңға тез бітеліп, әлсін-әлсін сілкіп тұруды керек қылады. Екіншіден, қап көпке шыдамай, күйі, тез тозып қалады. Былайша айтқанда,

бұл әдіспен алынған шаңның ішіндегі металдар аса қымбатқа түседі.

Кейінгі кездерде газдың шаңын электр тоғымен, яғни *коттрель* аппаратымен айыру металлургия әдістерінде көбірек қолданылып жүр. (Коттрельдің жалпы схемасын 12 суреттен қараңыздар).



12 сурет. – Коттрель аппаратының жалпы схемасы.

1 — темір труба; 2 — газ кіретін тесік; 3 — газ шығатын тесік; 4 — электр тоғы; 5 — шаң түсірілетін тесік; 6 — жер

Темір трубаның (1) ортасындағы сым арқылы электр тоғы (4) үздіксіз болып тұрады да, газдың ішіндегі шаң сол темір трубаның ішкі бетінде жабысып, трубаны қаққан сайын біртіндеп түбіндегі тесіктен (5) түсе береді.

Жоғарыда айтылған әдістермен бұл әдісті салыстырғанда мұнда газ жақсы тазарып, шаңнан алынған металл тіпті арзанға түседі, шаңның ішіндегі мыс көбінесе сульфид болмаса тотық түрінде кездеседі.

Қауіпсіздік шаралары

Бұрынғы Ресей мыс заводтарында істеген жұмыскерлердің, онан қала берді, жалпы завод маңында тұратын адамдардың ден саулығын сақтау,

табиғи өсімдіктерді, жәндіктерді қорғау деген мәселелерге көңіл бөлінбей, завод иелері тек өз пайдасын ғана көздеп, қауіпсіздік шараларды тіпті қолданбаған.

Тек, Совет өкіметі орнағаннан бастап қана бұл мәселеге нақты көңіл бөлініп, қазірде өндірістердің қай тарауында болса да қауіпсіздік шараларына арнап, қаражат бөлініп, жұмысшылардың ден саулығын сақтау үшін бірнеше зерттеу жұмыстары да жүргізіліп, іске асырылып отыр.

Біз жоғарыда, завод түтіні таза түрінде кетпей, қорыған, болмаса күйдірілген заттардың шаңытқан шапырандыларын, көмір тозандарын қоса ала кетуге бейім келеді деп айтып кеттік. Міне, осы ілескен шаң, тозандарды коттрель аппараттарында шөктіргенмен де, біразы газға ілесіп, трубадан пыққаннан кейін біртіндеп завод айналасына (мөлшері 3—5 километр) шөгіп, бір аздан соң түскен жерін тіпті қарайтып та жіберуге мүмкін. Онымен қатар, түтіннің ішіндегі күкірт газы завод маңындағы өсімдіктерді сарғайтып құртып жібереді. Әрине, бұл жағдайлар завод жұмыскерлеріне, болмаса маңындағы тұратын елдерге болса да өте жағдайсыз және тазалық сақтауға ешбір мүмкіндік бермейді. Міне, сондықтан бертінде салынған заводтардың көпшілігі адам тұратын жерлерден неғұрлым қашық салынып, түтін шығатын трубалары биік жасалады.

Бұл айтқанымыз қауіпсіздік шараларының тек жалпы жағдайы. Ал, завод цехтарының әрбірін жеке алатын болсақ, әрине, жұмыстың ретіне қарай оларда да әртүрлі шаралар қолданылуы керек. Бұларға көп тоқтамай, қысқасынан металлургия цехтарында қолданылатын қауіпсіздік шаралардың негізгі ережелеріне ғана тоқтап кетеміз. Ол ережелер мыналар:

1. Жұмысқа түсер алдында 0,5 литр сүт я 50 грамм май берілуі керек.

2. Сыртқы жұмыс киімдері (шапан, шалбар, қолғап) түгелімен шұғадан, бас киім — кигіз қалпақ, аяқ — киім пима болуы керек. Шалбардың балағы пиманың сыртына жіберіледі де, шапанның түймелері қашанда салулы болуы керек.

3. Пештің үстінде (колошникте) шихта салып тұратын жұмыскерлердің тынысқа газ жібермейтін тұмылдырығы (респиратор) болу — міндетті түрде.

4. Жұмыс кезінде көзілдіріксіз жүруге болмайды.

Мұнымен қатар, металлургия цехтарында жұмыскерлердің өміріне, болмаса ден саулығына қауіп-қатер келтіретін жағдайлардан сақталу үшін мына ережелер естеріңізде болуы керек:

1. Жұмыс киім түгел болмаса цехқа кіруге болмайды.

2. Сұйық штейнді су құйып суытпау керек, атылып шашырап кетеді.

3. Пеш жүріп тұрғанда үстіне (сводына) шығуға болмайды.

4. Сұйық шихтаға, болмаса конвертордағы сұйық штейнге дымқыл зат қосуға болмайды.

5. Кран жүретін жолда тұрмау керек.

6. Фурманың тесігіне бетінді қарсы ұстауға болмайды.

Осы айтылған жағдайлардың бәрін де қолданып жұмыс істеуге біздің советтік металлургия өндірістерінде толық жағдай бар. Тек жұмысшы мастерлеріміз селқос, салақ қарамай, соның бәрін орындап отыру қажет.

СӨЗ БАСЫ	3
I ТАРАУ. ҚАЗАҚСТАНДА МЫС МЕТАЛЛУРГИЯСЫНЫҢ ТАРИХЫ ТУРАЛЫ ҚЫСҚАША ТҮСІНІК	4
II ТАРАУ. МЫСТЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ОНЫ ПАЙДАЛААНУ	8
III ТАРАУ. МЫС РУДАЛАРЫ	9
IV ТАРАУ РУДАДАН МЫС АЛУДЫҢ МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ	14
V ТАРАУ. КҮЙДІРУ	17
VI ТАРАУ. ШАРПУ (ОТРАЖАТЕЛЬ) ПЕШТЕРІНДЕ МЫС ҚОРЫТУ	23
VII ТАРАУ. ШАХТА (ВАТЕРЖАКЕТ) ПЕШТЕРІНДЕ МЫС ҚОРЫТУ	32
VIII ТАРАУ. МЫС ШТЕЙНІН БЕССЕМЕРЛЕУ	37
IX ТАРАУ. МЫСТЫ РАФИНАДТАУ (ТАЗАРТУ)	41
X ТАРАУ. МЫС ҚОРЫТАТЫН ЗАВОДТАРДЫҢ ГАЗДАРЫН ТАЗАРТУ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІК ЕРЕЖЕЛЕРІ ТУРАЛЫ	42

Ғылыми-танымдық серия

И.А. ОҢАЕВ

және

А.Д. АБЛАНОВ

МЫС МЕТАЛЛУРГИЯСЫ

Қазақ КСР Ғылым академиясы,
Редакциялық баспа кеңесінің қаулысымен ұсынылған

Басуға 27.03.07 ж. қол қойылды.
Қағазы ксерокстік. Көлемі 2,8 б.т. Пішімі 60×84. 1/16
Таралымы 100 дана. Тапсырыс №1409

Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ баспа орталығы
Алматы қ., Ладыгин көшесі, 32