день роботи знаряду, становить од 69 до 170% до грунту, віддаленого з перерізу в даному його перетину, в час-же закінчення всього перерізу (табл. IX — 6 день) величина ця місцями сягає 313%. Якщо рахувати, що це перекидання відбувається на відстані лише 40 м., рахуючи повну продукційність машини 400 кб. м. на годину, або 8000 кб. м. на добу й маючи на увазі відсоткове відношення в 200%, одержуємо некорисну для результатів, але потрібну з сути самої роботи роботу при питомій вазі піску — 1,5, ураховуючи втрату ваги у воді коефіцієнтом $^1/_3 T = {}^2/_3$ 8000. $1{,}5 \times 40 = 320000$ тон. м. на добу.

Цифра ця досить приблизна, але вже самий її порядок указує оскільки важно як-найдетальніш розібратись із процесом віддалення грунту підчас землекопання. Розібратись із цим треба через належно поставлені спостереження за відповідною програмою підчас самих робіт.

Якщо взяти по профілях характерні ухили ускосів траншейних стінок, одержимо такі приблизні цифри:

Ухил у день роботи: 1/2,2 до 1,5 при чому пересічно 1/3,5

через 1 і 2 дні — 1/4,5 — 1/6
через 3 і 4 дні — 1/5 — 1/10
через 5 днів і далі 1/10

Ухил до приймальника сисуна від гребіня — 1/2,2 — 1/1,5.

При цьому характерно, що глибина на гребінях між траншей, що відразу підчас проходження знаряду при опусканні рями на глибину 3 — 3,4 саж. майже не змінюється — 1,20 — 1,30 саж. Траншеї потім нанесенням затягаються, але це у досить малому ступіні йде за рахунок зсовування гребінів.

Сучасний стан промисловости вогнетривалих матеріялів у Німеччині

Проф. О. Терещенко

На Україні зосереджуються металургія, виробництво скла та хемпромисловість цілого Союзу. Потреби цих найважливіших галузей промисловости що до вогнетривалих шамотових та динасових виробів такі великі, що існуючі заводи Укрсилікаттресту не мають можливости задовольнити їх ані що до якости, ані що до кількости. Новий спосіб спалювати порошки гірших сортів палива, будова нових коксувальних пічок, вимагають насамперед виготовлення вогнетривалих матеріялів. Необхідність будувати нові заводи є очевидна. В справі відновлення основного капіталу нашої промисловости вогнетривалих матеріялів не доводиться рахувати на наші машиновобудівельні заводи, бо таких заводів, що виробляли-б сучасні кераммашини з високоякосної стали, в нас немає. Треба придбати устаткування заводів за кордоном. Зрозуміло, що вибираючи устаткування для нових заводів і переустаткування для старих, треба врахувати всі досягнення, що їх набуто за кордоном у звязку з новими принципами, які покладено тепер в основу всілякого виробництва й що мета їхня полягає в яко мога повнішій механізації виробництва.

Тепер уже ухвалено будувати на Україні два заводи вогнетривалих виробів: шамотового та динасового, що мають виробляти кожний по 82.000 тонн готової продукції на рік. Завод шамотових виробів намічено збудувати в районі Часів-Яру, а динасовий — в районі ст. Пантелеймоновки, саме там, де є гарні поклади сировини, достатні запаси палива й широке коло споживачів. Маючи на меті вивчити сучасний стан вогнетривалої промисловости за кордоном, Укрсилікаттрест утворив спеціяльну комісію. Цій комісії було доручено виїхати за кордон, ознайомитися там зо всіма досягненнями в галузі грубшої кераміки, замовити устаткування для наших старих заводів і обрати тип для майбутніх нових заводів. Спочатку передбачалося обмежитись одвіданням одної лише Німеччині, але-ж підчас перебування в Німеччині виявилася потреба відвідати також і инші держави Зах. Европи[1]).

В Німеччині комісія перебувала біля 2-х місяців і відвідала протягом цього часу: Лейпцигський промисловий ярмарок, низку машинобудівельних заводів у районі Дрездена та Магдебурга, заводи, що виробляють червону будівельну цеглу в Цейсі, Еберсвальді та Брукдорф-Нітлебені, заводи шамотових та динасових виробів на Рейні (а саме: 4 заводи „Стела" та 2 заводи Мартин і Пагенштехера в районі Кельна), завод Тисена в Гамборні, Коперса в Герді біля Дюсельдорфа, та штетинський завод Діда на Одері, а також один із найновіших заводів, що здобуває каолін у Бертенвіцях і, нарешті, кар'єри глини та кварцитів.

Лейпцигський промисловий ярмарок. Ярмарок почався 1-го березня і був відкритий протягом 10 днів.

Німецька машинобудівельна промисловість представлена була великою кількостю експонатів, що давали добру уяву за досягнення останніх часів. Машини розташовані були по численних постійного типу павільйонах. Підчас огляду машини працювали й виявляли всі свої гідності.

Кераммашини представлені були лише однією фірмою Кюнен із Цоленрода, що виставила биндовий прес з удосконаленим різальним приладом. Проте ціла низка фірм, як-от: Демаг, Оренштейн і Копель, Менк і Гамблок, Круп, Штер, А. Т. Д., Блейкер, Кайзер та инші, виставили багато машин для здобування і транспортування керамсировини і взагалі инших транспортових машин, зокрема-ж машин для потреб транспорту всередині підприємства.

З машин для здобичі сировини треба відзначити одноковшові екскаватори з гусеньковим ходом, що дає їм можливість пересуватися всяким грунтом. Всі частини до цих машин зроблено з відповідних спеціяльних сортів стали й застосовані вони до легкої заміни новими запасовими частинами. Ковші цих машин мають спеціяльні патентовані затвори, через які можна кожного часу відразу припинити вивантаження; це дуже важливо, коли навантажуються безпосередньо вагонетки. Ці машини працювали від парових або електричних двигунів. Продукційність їхня залежить од місткости ковша та кількости вивантажувань ковша на хвилину; а це в свою чергу залежить од якости грунту.

За даними Оренштейн і Копель'я екскаватор із ковшем на $1^1/_2$ м³, піднімаючи вантаг на 8,2 м., працюючи від 2-х парових машин на 75 HP та 40 HP, що споживають 500 — 600 kg. бурого вугілля й 4 м³ води протягом 8 годин праці, має продукційність 125 тонн на годину за праці на м'яких грунтах та біля 80 тонн — на важких в'язких глинуватих грунтах.

[1]) Але-ж дозвіл в'їхати до Франції здобули лише деякі члени комісії, що й поїхали туди. Комісія в цілому дісталась до Берліну 23 лютого ц. р.

В наших покладах вогнетривала глина залягає хвилястими шарами, тому такий екскаватор можна застосувати в нас лише щоби знимати шар верхньої покрівлі.

Із транспортових засобів відвозити верхню покрівлю та й саму глину, виставлено було невеличкі паровози, а також вагонетки, що автоматично розвантажуються. Для наших умов найкращими були-б серед виставлених — паровозики фірми Круп'а й вагонетки місткостю на 5,3 m³.

Із працею екскаваторів ми знайомилися біля Лейпцигу (фірми Менк і Гамблок), біля Берліна (фірми Оренштейн і Копель) та біля Брукдорф — Нітлебена (фірми Демаг).

Рис. 1. Екскаватор фірми Демаг, що працює від електромотора, знімає шар верхньої покрівлі

Відвідування заводів. Від представників спілки фабрикантів і заводчиків на ярмаркові ми одержали список тих заводів, що їх варт було відвідати. Але-ж оглянути ці заводи не так було просто. Нам намагалися показати лише те, що було для нас мало цікаве. Довелося ще раз звернутися за допомогою в цій справі до спілки фабрикантів та заводчиків, зауваживши їм, що в противному разі Україна буде позбавлена можливости робити будь-які замовлення в Німеччині. Консультант спілки, проф. Наске щиро підтримав нас. Нам пообіцяли всіляку допомогу й нарешті дали-таки змогу відвідати згадані заводи як вогнетривалих виробів, так і звичайної будівельної цегли.

1. Цегельні в Цейсі та Еберсвальді з виробництвом 6.000.000 штук цегли на рік при 280 робочих добах. Устаткковано їх за такою приблизно схемою: подавач, бігуни, вальці, тоншнейдер, смуговий прес (на заводі в Цейсі прес має автоматичний різальний прилад, а в Еберсвальді — ручний), сушильня (на заводі в Цейсі — система Келера, а в Еберсвальді — канальної системи Мелер-Пфейфера), піч (у Цейсі — Гофманська, а в Еберсвальді — Гофманська і тунельна), склад. На заводі в Цейсі працюють 22 чол., а в Еберсвальді — 60 чол. Для виготовлення цегли на обох заводах уживають сумішу червоної та зеленої глини (в пропорції 1:1). Глину здобувають ручним способом, доставляють до подавача (на заводі в Цейсі механізовано (канатова тяга), а в Еберсвальді кіньми вузькоколійкою).

Цікава є тунельна піч системи Мелера-Пфейфера. На ній варт зупинитися. Довжина печи 70 mt., так що в ній вміщаються 30 вагонеток. На кожну вагонетку накладається 2.800 штук нормальної цегли. Протягом доби випалюється 5 вагонеток. Температура випалювання цегли дорівнює 1000 — 1100° С; шамотове футерування вагонеток витримує до 3-х років праці, а залізні частини вагонеток працюють значно довший час, бо температура приміщення по-під вагонетками не більша за 40 — 60° С. Паливо — буре вугілля, що ним тунельна піч завантажується крізь отвори у склепінні по-над зоною випалювання, що має 15 mt. завдовжки і трохи зсунута в бік зони огрівання. Брикети з бурого вугілля та дрібняк подаються механізовано. В нашій присутності було випущено вагонетку з випаленою цеглою. Виявилося, що в печах такого типу не спостерігається рівномірности випалювання по всіх точках перерізу печи. Температура біля стінок більша ніж у центрі. Спідні цеглини значно деформуються. Через ретельне сортування (відбор), бракована цегла майже не випускається. Піч обслуговують лише дві людини. Продажна вартість цегли на заводі в Цейсі — 25 марок за 1.000 шт., а в Еберсвальді — коливається від 25 до 55 марок за 1.000 шт. Собівартість 1.000 шт. складається з таких сум:

а) сушіння — 2,50 мар., б) робоча сила — 7,50 мар. в) інші видатки + паливо — 7, 50 мар. Паливо подається до казанів механізовано. Двигун — одноциліндровий, паровий, працює перегрітою парою, що використовується для сушилень системи Келера. Якість цегли гарна. Тимчасова міцність на розчавлення — від 150 до 500 kg/cm².

Завод червоної цегли в Брукдорф-Нітлебені біля Гале, що виробляє до 30.000.000 шт. цегли на рік, механізований цілком. Усталення Келерове; повний автомат і сушильня його-ж системи; робітників на ньому — 150; продажна вартість 1.000 шт. цегли — 40 — 45 марок; глину добувають з кар'єрів одноковшевими екскаваторами. Минаючи окреслення заводів, що виготовляють шамотові й динасові вироби, за винятком динасового завода Коперса, я вважаю потрібним спинитися на таких моментах:

Сировина шамотових заводів. Сировину здобувають відкритим або закритим способом, в залежності від характеру покладів та верхньої покрівлі, що є по-над покладами. Коли глинища залягають на 10 — 12 mt. по-під поверхньою землі, то роботу провадять у більшості безпосередньо з поверхні відкритим способом. Покрівний шар ґрунту знімають екскаваторами, відвозять на вже розроблені ділянки й там розкидають рівномірним шаром, щоб у разі потреби мати можливість у майбутньому використати цю площу. Саму глину здобувають або ручним способом, або екскаваторами. Заводи вогнетривалих виробів розташовані переважно не біля глинищ, а по-над великими річками, як-от: Рейн, Одер, і всю сировину підвозять до них баржами й дуже рідко залізницями.

За сировинні матеріяли, що мають завдання звязувати масу, беруть німецькі пластичні глини, що в їхній склад увіходить од 22 до 34% глинозему.

В Німеччині є величезні поклади такої глини, але, за словами проф. Енделя, їх ще науково, систематично не досліджувано ні що до геологічного походження, ні що до їхніх фізичних та хемічних властивостей.

В справі виявлення гі.ности глини, важливу ролю відограють такі фактори, як рід і величина зерен, кристалографічні властивості, характер розподілу домішків часточок кварцю. З Чехословаччини одержують глини чисто білого коліру середньої пластичности, що в складі їхньому є багато глинозему; з Франції — боксити, що вміщують од 67 до 73% глинозему. Французькі боксити по деяких заводах, приміром, на заводі „Стела" у Гладбасі на Рейні збагачують на глинозем за методою, що її розроблено заводською лабораторією. На жаль, сути цієї методи нам не довелося з'ясувати. Продукт збагачений на глинозем додають до шихти для виготовлення виробів високовогнетривалих, що їх уживають для футерування цементових турбопечей та електричних печей. В деяких виробах глинозему є до 80 — 90%.

Шиферні глини, непластичні, зустрічаються разом із вугляними покладами. Вони йдуть по всіх без винятку заводах для виготовлення шамоту. Ці глинища розкидані по вугляних районах Силезії, Саарської та Рурської округ. Німецькі шиферні глини вміщують од 40 до 45%, а инколи навіть до 48% глинозему. Деякі заводи, наприклад, завод Дід'є в Штетині, одержують шиферну глину з Швеції. В цій глині є до 40% глинозему. Заводи або мають у своєму розпорядженні власні кар'єри глини, або одержують глину від власників кар'єрів. З барж та вагонів глину звичайно вивантажують ручним способом та зсипають її на заводський склад. Склади ці — великі вкриті повітки, що під ними в певному порядкові зсипають різні сорти глини та шамоту з шиферних глин. Звичайно глини сортують що до кількости в них глинозему. Шамоту самі заводи майже не виготовляють. Для кислототривалих виробів замість шамоту беруть браковані й биті вироби фарфорових заводів, що залишаються після біскві тного випалу. Шиферні глини виявляють дуже високу вогнетриваліть, яка відповідає 36 К. З. Шамот із таких глин мусить бути дуже добре випалений, що впізнається по його барві. Недостатній випал шамоту спричиняється до великої посадки виробів як у процесі випалу, так і після, вже в роботі. Це явище дуже небажане, а в готових виробах цілком неприпустиме[1]).

Хемічний склад усіх сировинних матеріялів добре відомий, їхні фізичні властивості так само вивчені або вивчаються. Глину й шамот доставляється до дробових апаратів, або механічно (завод Дід'є), або вагонетками, що їх пересувають руками. Механізація полягає в тому, що від комори до роздрібнюючих апаратів поведено підчіпні рейкові колії, по яких робітники пересовують вагонетки.

Наші заводи змушені самі виробляти всю потрібну кількість шамоту, що складає приблизно 60—70% од загальної ваги шихти. Глину й шамот випалюють часто по періодичних печах, що споживають дуже багато палива. За найраціональніші для цієї мети печі слід вважати шахтні печі, бо вони дають змогу цілком механізувати процес випалювання і знизити витрати палива до 5—6% од ваги виробленого шамоту.

В розмовах із фірмами Курт Грубер і Гумбольд, що будують шахтні печі з обертальною рушковою решіткою і автоматичним вивантажуванням для випалу портланд-цементового клінкеру, виявилося, що ці фірми не вживали своїх печей для цієї мети. Сказати чи були-б такі печі придатні для цього вони так само не можуть, доки не переведуть низки попередніх дослідів із нашими глинами. Зокрема цікаво це коли для випалу застосовують газ, бо тоді запобігають забруднення шамота вугляним попелом, в якому часто буває дуже багато топників (Fe_2O_3, CaO).

Спроби фірми Курт Грубер випалювати клінкер газом не мали успіху — клінкер виходив нерівномірно випалений, а футерування печи псувалося швидко й також нерівномірно. Тимчасом висунута проблема є дуже цікава, бо відкриває нову ділянку для застосування шахтних печей.

На заводах мені обіцяли взятися до розвязання цієї проблеми. За сировину для динасових заводів беруть кварцит. У Німеччині вживають кристалічних та аморфних кварцитів. Кристалічні кварцити походженням старіші складаються з кварцевих кристалів більшого розміру, що міцно переплетені проміж себе (рис 2.), аморфні — пізнішого походження—складаються з дрібних кварцевих зерен. Ці зерна мають роз'їдену поверхню, звязані вони проміж себе цементовою масою, що складається, головним чином, із аморфного кварцю (рис. 3).

Кристалічні кварцити, коли їх випалювати, важче перетворюються на тридиміт і вимагають для цієї реакції значної кількости тепла, тому аморфним кварцитам віддають перевагу. Поклади кристалічних кварцитів великі, тимчасом як поклади аморфних вичерпуються.

Кристалічні кварцити одержують із Гесена, аморфні — із Саксонії та з Вестервальда на Рейні.

Склад кварцитів приблизно такий:

	Гесенські	Саксонські	Вестервальдські
SiO_2	98.00	97.5	97.8
Al_2O_3	1.8	1,5	1,8
Fe_2O_3		0,5	0,4
CuO	0,2	0,3	0,1
Температура топлення . . .	1790° C	1770° C	1770° C
Перетворюється на тридиміт . .	важко	легко	легко

Кварцити добувають ручним способом. Далі вагонетками подають до того місця, де їх навантажують у вагони або на баржі.

На заводі ці вагони й баржі розвантажують знов-таки або ручним способом, або за допомогою журавлів, і кварцити висипають на склад кожний сорт окремо. Складів із дахом ми не бачили. Раніш ніж пускати кварцити у виробництво їх досліджують у лабораторіях що до швидкости перетворення на тридиміт за чистого виду, а також у присутності всіляких домішків.

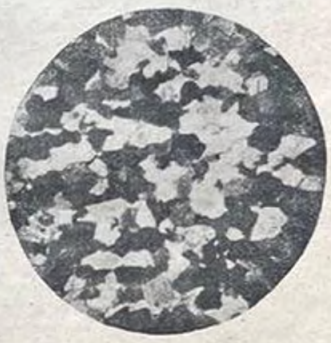


Рис. 2. Будова кристалічного кварциту

Виготовлення маси. Надзвичайно уважно ставляться до справи виготовлення маси. Практика заводів та лабораторні дослідження встановили, що якість продукції залежить од правильного вибору розмірів шамотових зерен. Шамот звичайно роздрібнюють за допомогою щелепних дробових машин, сухих закритих бігунів із дірчастим сподом, або міцних вальців, після того висівають його крізь круглі сита або крізь такі, що розположені майже поземо й струшуються. Висів переходить із сит до силосів. Для дроблiння глини вживають дезинтеграторів. Перероблену ними глину транспортують до спеціяльних силосів. Майже по всіх заводах, що ми відвідали, процес підготовки сировини досить добре механізований — маса надходить до дробових апаратів, пересувається проміж ними й передається до сит за допомогою скринькових елеваторів або биндових транспортерів. Вживають також заходів щоб усувати порох із приміщень. Виготовляють масу звичайно змішуючи кілька сортів шамоту й глини. Потрібні кількості їх одмірюють дозирувальні апарати, що їх є багато різних

Рис. 3. Будова аморфного кварциту

[1]) Що до нашого шамоту, то він у цьому відношенні зовсім ще не досліджений.

систем, переважно-ж трапляються круглої форми. Одміряні кількості шамоту й глини перемішуються в сухому стані, після того сухий суміш замочують водою. Сухе змішування відбувається по залізних напівциліндрових закритих поземих змішувачах, що в них обертається вал із лопатками, які перемішують масу й посувають її до мокрого змішувача. По дорозі до мокрого змішувача до маси додають води, що її кількість регулюють по можливості автоматично. Мокрі змішувачі конструкцією наближаються до сухих. Далі маса передається на мнялку й виходить із неї смугою. Смугу цю ріжуть автоматом на шматки певного

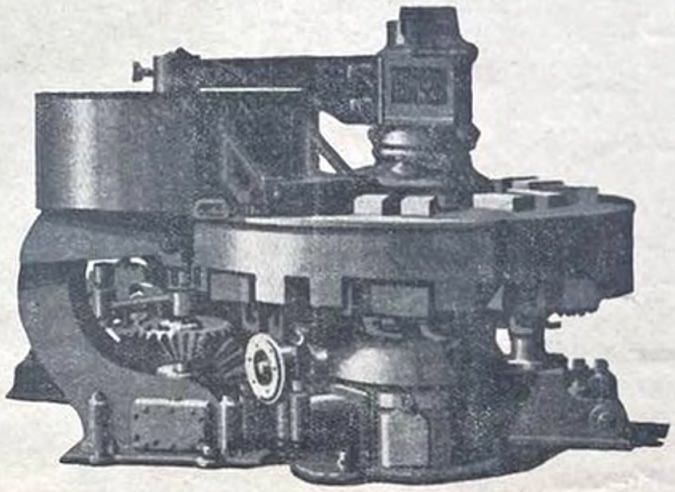


Рис. 4. Механічний прес з обертальним столом

розміру, що їх далі передають до ручного формування або-ж транспортером на котках — до механічних пресів Шамотові вироби формують у Німеччині, головним чином, ручним способом, рідше — ручними пресами, а ще рідше механічними пресами з обертальним столом. По тих заводах, що нам довелося бачити, такі преси завжди були в ремонті.

Для дроблiння кварцитів користуються з таких машин: круглі дробарки, щелепні дробарки, бігуни, вальці, млини мексикон, що їх застосовують у різних комбінаціях. Далі масу просіюють і передають до силосів.

Дозирувальні апарати одмірюють певні кількості кварцитових зерен різних розмірів; биндові транспортери передають їх далі до бункерів. З бункерів маса транспортується вагонетками або пересувається трубами до апаратів, де вона змішується з вапняним молоком, водою та иншими речовинами, як-от: патока, силіканіт, добре роздрібнена фосфориста залізна руда. Змішування проводиться на бігунах з обертальними тарілками і приладами автоматично вивантажувати масу у вагонетки, що відвозять її до формування. Формування провадиться ручним способом або за допомогою механічних пресів з обертальним столом (рис. 4), або гідравлічних пресів. Механічні преси бувають на 16 та 18 гнізд. Продукційність їхня від 1.000 до 2.000 цеглин нормального розміру або нескладних фасонів на годину. Пресують під тиском у 150 атм. Продукційність гідравлічних пресів разів у 7 — 8 менша, а працюють вони під тиском у 250 атм. Инколи мокре змішування провадиться в машинах штутгартської фірми Вернер і Пфлейдфера, що місять масу (рис. 5). З таких самих машин користуються, виготовляючи шамотову масу, коли шамотові вироби повинні бути високої якости.

Корисна місткість цих машин дорівнює 10.000 літрів, а звичайна продукційність їхня на годину до 3,5 — 4 тонн.

Як шамотові, так і динасові маси відзначаються сухостю. Цим, мабуть, пояснюється бездоганність форми німецьких виробів. Машинове формування взагалі вимагає сухішої маси, ніж формування ручним способом.

Шамотову цеглу, що її вживають для футерування камер, де згорає порохове паливо, та казанових топок, виробляють за так званим сухим способом. Спосіб цей полягає в тому, що до сухого сумішу шамоту і глини додають лише 6 — 7% води і пресують таку масу на цеглу нормального розміру під тиском 200 атм. Кількість глинозему в цій масі доводять до 42 — 45%.

Всі новіші машини, що виготовляють масу, значно вдосконалені проти старіших; вони мають більшу продукційність, і, що найважніше, — дуже помалу зужитковуються, бо будується їх із марганцевої стали високої якости. Всю увагу німецькі техники зосереджують на збільшенні продукційности й, терміні тривалости цих машин.

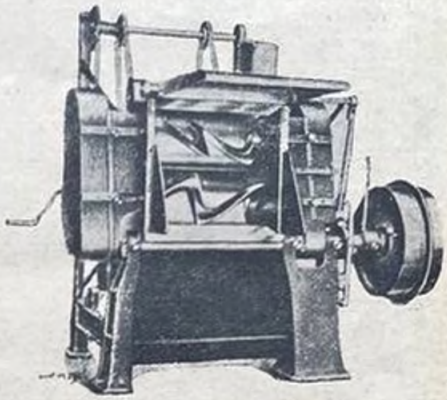


Рис. 5. Місильна машина фірми Вернер та Пфлейдфер.

Грубіші і складні фасони як шамотових, так і динасових виробів виробляють звичайно ручним способом, але й тут намагаються застосувати машини.

Сушіння сирцю. Як звичайну будівельну цеглу, так і шамотову й динасову сушать у Німеччині у спеціяльних сушильнях; найчастіше вживають системи Келера в Лергебеці (рис. 6), не зважаючи навіть на те, що процес сушіння триває в них більше, ніж у сушильнях Мелера — Пфейфера. Це пояснюється тим, що вони не такі складні. По сушильнях Келера використовують теплоту відпрацьованої пари, теплоту печей, теплоту димових газів печей і парових казанів.

Рис. 6. Перерiз сушильні Келера

Сушильня Келера являє собою систему каналів із цегли, 10,5 mt. завдовжки, що з обох кінців щільно закриваються залізними дверима. По дну каналів проведено рейки й нагрівальні ребристі труби. Поперечні розміри й висота сушильних каналів залежать од розміру завантажуваних вагонеток системи Келера, а кількість каналів — од часу, потрібного для сушіння, від добової продукційности завода, а також і від довжини й розмірів перерізу самих каналів. Сушіння шамоту триває звичайно 3 доби, а динасу — 20 годин. Сушилень Мелера-Пфейфера вживають рідше; вони дорожчі й потрібують більшого вагонетного складу.

Останніми часами, намагаючися збільшити продукційність сушилень і тим самим зменшити потрібну для їхнього розташування просторінь, починають вживати сушилень системи інж. Гелера, співробітника фірми Бамаг у Берліні (рис. 7). Процес сушіння полягає в повторному багато разів випарюванні й триває у 7 — 8 разів менше. Цей спосіб цікавий ще тим, що для сушіння вживається вогке гаряче повітря й тому на виробах не спостерігається жадних деформацій. Таких сушилень нам, на жаль, не довелося оглянути — ми не одержали дозволу від того заводу, де вони є.

Випал. Шамотові вироби випалюють по газових камерних печах системи Мендасима. Такі печі мають од 12 до 24 камери, що з них кожна вміщує від 2,5 до 3,5 тонн виробу. На одному лише заводі Дід'є в Штетині ми мали нагоду побачити тунельну піч 45 mt. завдовжки.

Для випалу динасу вживають, головним чином, періодичні печі місткостю на 5 — 6 вагонів виробу. Температура випалювання — 15 — 16 К. З.

Дирекція заводів „Стела" вважає навіть ці печі за єдині, що видають динас високої якости. Опалюється ці печі напівгазовими топками, але є й такі печі, що працюють лише на одному газі. На заводах „Стела" на Рейні гадають усі печі перевести на опалення газом. На заводах Тисена в Гамборні та Дід'є в Штетині динасові вироби нормального розміру випалюють по газових печах Мендгейма. Проблему застосувати тунельні печі для випалу динасу дуже влучно розвязала на своїх заводах фірма Коперса в Герді. Піч 125 mt. завдовжки видає на добу 65 тонн динасових виробів дуже гарної якости. Таким чином можна вважати за доведене доцільність вживати тунельні печі для випалу динасу, й що такі печі повинні бути майже чи не 250 mt. завдовжки.

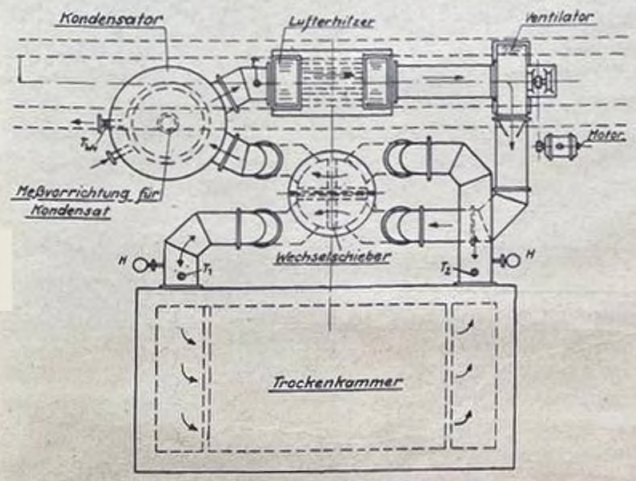


Рис. 7. Схематичний рисунок сушильні системи Гелер-Бамаг

Що-ж до застосування тунельних печей до випалу шамотових виробів, то тут уже їхня доцільність очевидна. Коли тунельних печей для цієї мети ще мало вживають у Німеччині, то це пояснюється лише надто великими витратами на їхню побудову, на що німецькі промисловці зважаються зараз не дуже охоче.

Видаток палива для випалювання динасу:

а) По газових печах Мендгейма . . . . . 15 — 18%
б) по періодичних печах . . . . . 35 — 45%
в) по тунельних печах . . . . . 13 — 15% (за вживання такого палива, що не залишає попелу.)

В Німеччині є кілька фірм, що будують тунельні печі. З таких фірм варт відзначити фірму Коперса в Герді та Товариство Побудови Печей у Дрездені, що використовує патенти інж. Лангенсдорфа та американця Дреслера в Гановері. Печі системи інж. Лангенсдорфа встановлено на низці шамотових заводів Франції та Бельгії, печі Дреслера по фарфорових заводах Німеччини й Америки та по шамотових заводах Америки. Гадаємо варт буде навести тут дані, що ми їх одержали від фірми Дреслера, за тунельні печі. Печі опалюються генераторним газом, що його виробляють газогенератори тої-ж фірми. Паливо для газогенераторів — дрібно зернястий антрацит, що в склад його входить 20% попелу й що має теплотворчу здатність 7000 cal.

1) Піч випалювати шамотову цеглу нормального розміру й легші фасони. Добова продукційність її — 65 тонн. Довжина печи — 118 mt. Вміщує вона 59 вагонеток, що з них кожна має 1,9 mt. завдовжки та 1,5 mt. завширшки Висота завантажування — 1,2 mt. Вага завантаженої цегли — 2 тонни.

За продукційности 65 тонн на добу, до пічки кожної 1,55 години має поступати 1 нова вагонетка.

Час потрібний для попереднього
огрівання й випалу . . . . . 33 × 1,55 = 51 год.
Час потрібний для вихолоджуван. 26 × 1,55 = 40 год.
Час перебування вагонетки в печі . . . . 91 год.
Час перебування вагонетки в зоні випалу. 15,5 год.

На випал при температурі, що відповідає 14 — 16 К. З. вугілля витрачається 12%. Повітря споживається на хвилину 33 m³ при напруженості в 100 m/m водяного стовпа.

2) Піч випалювати шамотові вироби великого розміру, приміром, бруси для скловарних печей, до 1/4 тонни вагою. При добовій продукційності в 36 тонн, довжина печи дорівнює 115 mt. Розміри вагонетки такі: довжина — 2 mt. ширина — 1,2 mt. Вага завантаження — 3,3 тонни. Протягом 24 годин до печи має бути завезено 11 вагонеток, цеб-то кожних 2,18 години до печи заводиться нову вагонетку. Піч вміщає 57 вагонеток, що з них 29 перебувають у зонах попереднього огрівання й випалу, а 28 — у зоні вихолоджування.

Час потрібний для попереднього
огрівання й випалу . . . . . 29 × 2,18 = 63 год.
Час потрібний для вихолоджуван. 28 × 2,18 = 61 год.
Час перебування вагонетки в печі . . . . 124 год.
Час перебування вагонетки в зоні випалу . . . 21,8 год.

Температура випалу 14 — 16 К.З. Палива витрачається 15%. Повітря споживається 23 m³ на хвилину при напруженості в 100 m/m. водяного стовпа.

3) Піч випалювати динасову цеглу з добовою продукційністю 45 тонн. Піч 142 mt. завдовжки. Вагонетки, що їх піч уміщає 74, мають довжину 1,9 mt., ширину 1,5 mt. і завантажується їх на висоту 1, 3 mt.

В зоні випалу й попереднього огрівання перебувають 33 вагонетки, а в зоні вихолоджування — 41 вагонетка. Протягом 24 годин до пічки заводиться 11 вагонеток — по одній що-кожні 2,18 години. Вагонетки завантажено вагою 4,1 тонни кожну.

Час потрібний для попереднього
огрівання й для випалу . . . 33 × 2,18 = 72 год.
Час потрібний для вихолоджуван. 41 × 2,18 = 89 год.
Час перебування вагонетки в печі . . . 161 год.

З цих 161 годин вагонетка протягом 39 годин перебуває в зоні вогню. Палива витрачається 15%. Температура випалювання дорівнює 16 — 18 К. З. Повітря споживається 28 m³ на хвилину при напруженості в 100 m/m. водяного стовпа.

Таким чином видно з наведених даних, що розмір печи, її режим, її продукційність залежать од роду випалюваних виробів та від їхніх розмірів.

Тимчасом інж. Лангенсдорф запевняє, на підставі власного досвіду, що одну саму тунельну піч можна застосувати до випалу різного роду шамотових виробів; для цього досить лише змінити режим печи. Зміна режиму полягає у зміні напруженостей генераторного газу й повітря, підвищенні температури в зоні випалу, зменшенні продукційности. В тунельних печах, що їх застосовують для випалу динасу, зону випалювання футерують (обкладають) карборундовими плитами, або дуже вогнетривалою

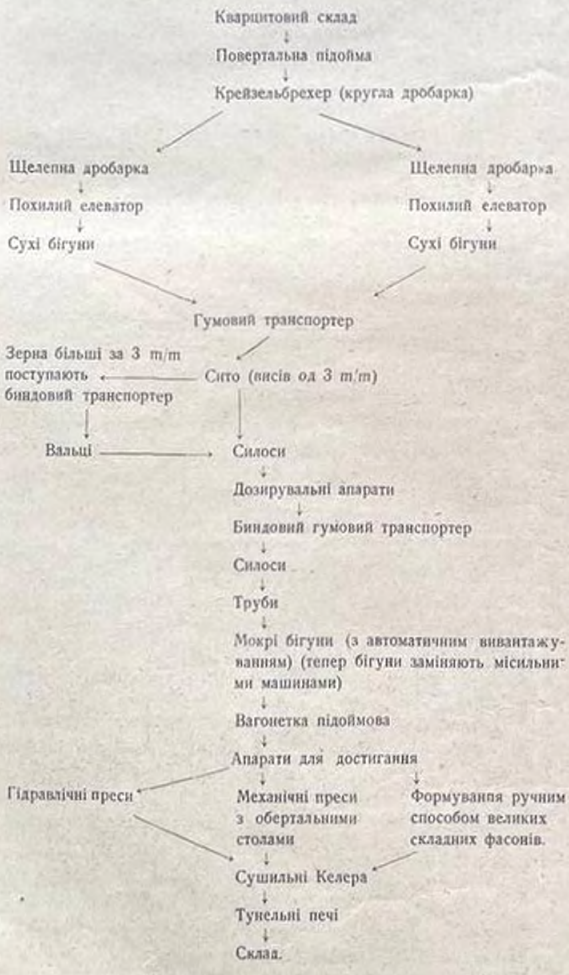
глиноземовою цеглою. Головне, що вимагається від тунельної печи, це рівномірність температури в зоні випалу по всій площі поперечного перерізу каналу. В гарних печах температура в горішній частині каналу по-під склепінням відрізняється від температури нижньої частини по-над сподом, не більш ніж на 2 конуса Зегера (біля 40—50°С). Цієї рівномірности температури досягають, надаючи каналові в поперечному перерізі форму трапеції й відповідні розміри. Щоби обслуговувати тунельну піч у роботі досить двох робітників, що мають стежити за своєчасним впуском і випуском вагонеток та за ходом випалу. При печах є контрольні прилади, що виміряють температуру в будь-якому місці, а також тиск газу й повітря. Наперед встановлюють криву температур для цілої печи. В процесі випалу керуються такою кривою. Це дає змогу виробляти цілком однородний за своїми властивостями продукт.

Будова тунельної печи на 113 mt. завдовжки коштує біля 200.000 крб.

Завод Коперса на Рейні, Дюсельдорф—Гердт.

Наводимо короткий опис найкращого в Европі динасового заводу. Завод новий; на ньому використано всі найновіші досягнення. В справі організації роботи проведено принципи Форда.

СХЕМА ВИРОБНИЦТВА НА ЗАВОДІ КОПЕРСА



Ролю робітника зведено тут лише до догляду за правильним ходом машин. Завод виготовляє динас різних фасонів, головним чином, для коксових печей, що їх спеціяльно будує ця фірма. Завод механізований цілком. Обслуговують його 180 чолов. — це робітники, службовці й адміністрація. Добова його продукційність — 130 тонн. Завод розташований на березі Рейна, через це він має можливість одержувати сировину й відправляти готові вироби водою. Сировина (кварцити) доставляється з Вестервальда й Гесена на баржах, що їх вивантажують журавлями на склад. Із складу, знов-таки журавлем, що має захватний ковш, подається сировину до роздрібних механізмів.

Рис. 8. Дробарка

Журавлем подається кварцит на крейзельбрехер (кругла дробарка), що спеціяльно пристосований дробити великі кварцитові кусні. Машина солідної конструкції, має велику продукційність (біля 20 тонн на годину). В цій машині кварцит роздрібнюється на менші грудки (до 50 m/m у поперечнику) й похилими жолобами посувається далі, де дві щелепні дробарки роздрібнюють його ще більше на грудки розміром до 20 m/m. З-під дробарок похилим елеватором кварцит транспортується до двох бігунів із дірчастим дном (рис. 8). Далі кварцит, роздрібнений на бігунах, передається гумовим транспортером до круглого сита, що висіває у розташовані по-під ним силоси менші часточки кварцитів, грубші часточки (3 m/m у поперечнику) роздрібнюються далі на вальцях, після чого ця маса повертається до силосів.

Силоси мають у нижній частині дозирувальні дискові прилади. За допомогою цих приладів певні маси кварцитових зерен різного розміру (переважно менших за 0,25 m/m у поперечнику) висипаються на поземий биндовий гумовий транспортер. Тут окремий рухомий прилад, що його можна встановлювати в якому-будь місці транспортера (рис. 9) направляє масу до силосів, з яких вона далі йде трубами і в певній кількості потрапляє до мокрих бігунів з обертальною тарілкою, горішнім приводом і автоматичним вивантажуванням. Тут відбувається змішування з потрібною кількостю вапняного молока певної густоти, з силіканітом та з певною кількостю тонко розмеленої фосфористої залізної руди. Велику увагу звертають на виготовлення вапняного розчину. Вапну гасять у ямах; витримують її там що-менше місяць, і лише тоді беруть для виготовлення вапняного молока. Для цього біля мокрих бігунів є спеціяльні бетонові басейни круглої форми діяметром у 3 mt. В середині басейна є мішалка, що ввесь час рухається. З цих басейнів (їх є два) молоко подається смоками до мірників по-над бігунами, а з них ллється по-під бігуни. Продукційність бігунів 2,5—3 тонни на годину.

На заводі вважають, що бігуни не досить добре перемішують масу й тому гадають замінити їх місильними машинами Вернер і Пфлейдерера, що автоматично розвантажуються. Одну таку машину вже встановлюють. Маса, вивантажена автоматично з-під бігунів, передається вагонеткою на підоймі до апаратів для достигання, де вона вилежується днів 2—3. Після того сухувату масу (води в ній не більш 7—9%) журавлем із захватним ковшем передають до бункерів механічних пресів з обертальним столом, гідравлічних пресів та формувальних столів. Продукційність механічних пресів — 1000 нормальних цеглин на годину, гідравлічних — 0,8 тонни на годину.

Механічних пресів на заводі є 3, а гідравлічних — 4. На механічних пресах із змінними формами напівсуху масу пресують під тиском 150 atm cm²; на гідравлічних — до 250 atm cm² (рис. 10). До формувальних столів маса надходить невпинно з прямовисних дерев'яних коробів, що мають прямокутні отвори у дні. Крізь ці отвори маса потрапляє на похилу площу, що нею вона сунеться і в міру споживання висипається на формувальний стіл. На гідравлічних пресах формують фасони вагою до 10 кг. Цеглу, що виходить із-під пресів, укладають ручним способом на полиці елеватора (рис. 10) і келеровськими вагонетками транспортують до камерних келеровських сушилень.

Рис. 9. Транспортер з розподільниками маси

Камери сушильні — 10,5 m. завдовжки, огріваються димовими газами, що відходять із тунельної печи й мають температуру 230—250°C. Процес сушіння триває від 15 до 24 годин (у залежності від розміру цегли). Цегла з сушилень, за допомогою ланцюгового елеватора з полицями, пересувається поземим напрямком до робітників, що навантажують її у вагонетки тунельної печи (рис. 11). Випалювання провадиться в тунельній печі з двома паралельними каналами, кожний 125 m. завдовжки. Піч вміщає 50 вагонеток.; нагрівається вона очищеним генераторним газом. Як газ, так і потрібне повітря спочатку огріваються теплом, що його випромінюють вироби, й поступають далі під тиском до пальників, розташованих з обох боків випалювальної камери. Процес випалу контролюється за допомогою пірометрів. Є наперед встановлена крива температур, що її додержуються в роботі, щоби продукт виходив однорідний і гарної якости. Генераторів, що виробляють газ для печи, є два. Вони мають обертальні руштові решітки й шахти з вихолоджуванням і працюють на дрібному коксі (розміром за грецький горіх). Газогенератори постачається коксом цілком механізовано. Видаток чистого газу без води й попелу складає 12—15% від загальної ваги готових виробів. Далі цеглу вивантажують на склад розташований за піччю по її продовжній осі. Склад улаштовано дуже влучно що до навантажування вагонів і барж цеглою. На кожні 10 тонн виробу припадає 6 m². площі складу.

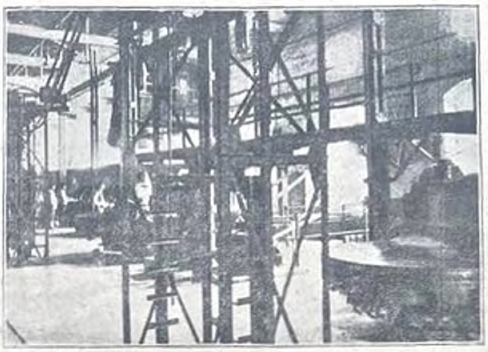


Рис. 10. Елеватор із полицями

Завод електрифіковано. Енергію постачає центральна станція. При заводі є дуже гарна майстерня. Для робітників улаштовано їдальню і умивальню з душами. Вироби на диво правильної форми й великої механічної міцности. За даними заводу питома вага готових виробів дорівнює 2,33—2,35. Основна складова маса — тридиміт.

Вартість 1 тонни:

а) нормальної цегли	80 марок,
б) фасонової цегли	95 марок,
в) цегли для коксових печей	118 марок.

На 10 тонн добової продукційности завод споживає:

Кварциту	10,3 тонни,
CaO	250 kg.
Силіканіту	80 kg.
Робочої сили	110 годин
Електро-енергії	400 kw год.
Палива	25%
Води	3,5 m³
Твердої марганцевої сталі	12,7 kg
Заліза й м'якшої сталі	1,5 kg
Дерева для форм	0,12 kg
Заліза й листового заліза для ручних форм	13 kg
Вогнетривких виробів для ремонтування вагонеток	100 kg

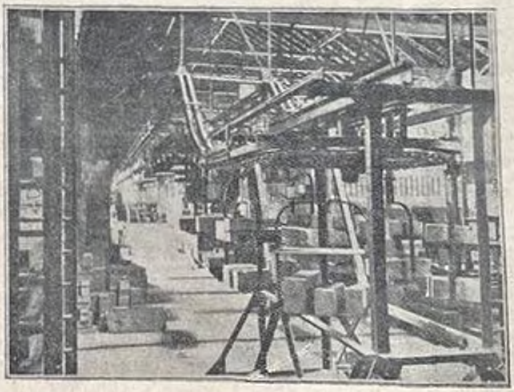


Рис. 11. Ланцюговий елеватор із полицями

Загальні витрати на виробничі матеріяли складають 25% од заробітної платні.

На пропозицію комісії було виготовлено для Укрсилікаттресту попередній проект динасового заводу з річною продукційністю в 4.000.000 пудів. Проєкт передбачає повну механізацію виробництва, як це можна помітити з поданої нижче схеми. На цій схемі стрілками показано рух сировини й готового продукту (рис. 12).

Контроль виробництва. Всі заводи, що ми їх відвідали, мають чудові лабораторії, або вже взялися до їх улаштування. Деякі лабораторії на диво добре обладовані, як, приміром, центральна лабораторія на заводах Дід'є в Штетині. Завдання лабораторії полягає в такій роботі:

1. Поточний хемічний контроль сировинних матеріялів, що ввесь час надходять до заводу. Дослідження мають виявляти: в глинах — кількість H_2O, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, TiO_2, CaO та MgO, а в кварцитах — кількість SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3 та CaO.

2. Фізико-хемічний контроль складу шихти, де витворюється маса для шамотових й динасових виробів. Доводиться визначати ступінь зернистости, правильність випалювання шамоту, визначати коефіцієнт розширення глин за нагрівання до 1000°C, вогнетривалість глин, їхню в'язкість, інтервал і температуру розм'якшення; доводиться впроваджувати мікроскопічне дослідження кварцитів і умови перетворення за високих температур їхнього глинозему на тридиміт.

Що до готових виробів, то їх теж досліджують. Визначають хемічний склад, вогнетривалість у Зегерових конусах, поруватість, питому вагу — дійсну й показувану, тимчасову міцність розчавлення за холодного стану, момент початку розм'якшення при обтяженні 2 kg/cm² за високої температури (цьому випробуванню надається найбільшої ваги); додаткову посадку за повторних нагрівань до 1300°C, коефіцієнт розширення, теплопровідність, термічну витривалість (стійкість), витривалість проти впливу газів, пари, рідин, розтоплених скла й шлаків. Що до динасу, то виявляють його мікроструктуру та відсоток вмісту структурних складових на підставі петрографічної аналізи. На заводах Дід'є провадиться навіть рентгенографічне дослідження готових виробів, щоби виявити рід і кількість

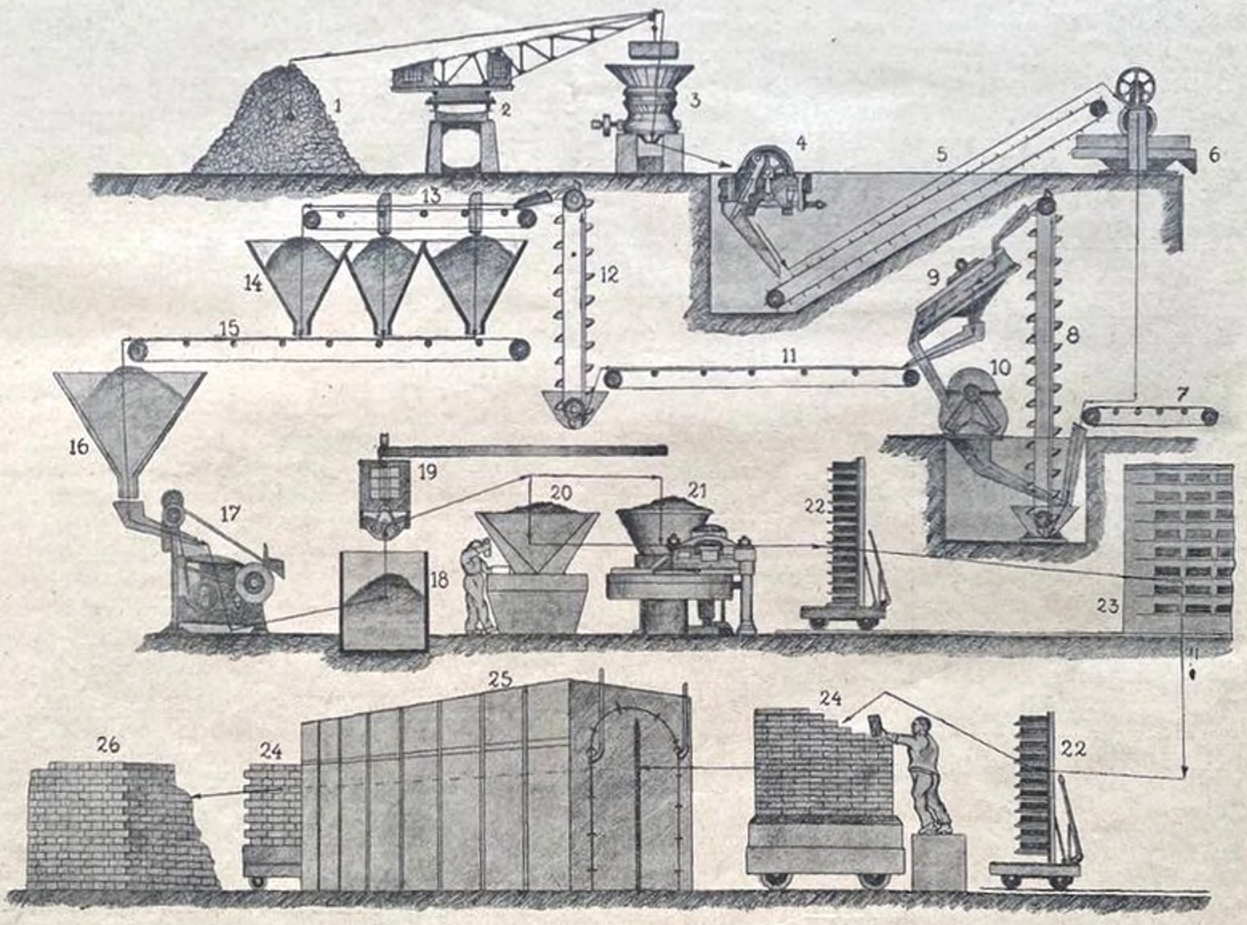


Рис. 12

СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ДИНАСУ

на майбутньому механізованому заводі на Україні.

1. Склад кварциту.
2. Журавель із захватним ковшем.
3. Дробарка кругла (Крейзельбрехер)
4. Дробарка щелепна.
5. Елеватор.
6. Сухі бігуни.
7. Транспортер.
8. Елеватор.
9. Сито
10. Млин Мексикон.
11. Транспортер.
12. Елеватор.
13. Транспортер.
14. Силоси.
15. Транспортер.
16. Силос сумішу.
17. Місильна машина Вернер-Пфлейдерер.
18. Апарат для достигання.
19. Журавель із захватним ковшем.
20. Формування ручним способом.
21. Механічне пресування.
22. Келерова вагонетка.
23. Сушильня системи Келера.
24. Вагонетка тунельної печи.
25. Тунельна піч.
26. Склад.

витворених силікатів, і встановити вплив цих силікатів на різні кінцеві властивості готових виробів.

В наслідок такої широкої постановки лабораторної справи по заводах набирається надзвичайно цінний матеріял, що в решті дає змогу, в кожному окремому випадкові, виробляти продукт належної і до того цілком певної якости. Лабораторії провадять не лише перевірчу роботу, але й дослідчу. Так, приміром, у лабораторії Штетинського заводу Дід'є переведено низку дослідів для вивчення швидкости перетворення різних кварцитів за чистого стану й у присутності всіляких домішків — каталізаторів, а також у залежності від температури. Вивчалося вплив температури випалювання шамоту на властивості готових виробів, особливо - ж що до їхньої витривалости в роботі за високої температури.

Нарешті ще заводські лабораторії дають можливість видавати довідку на кожний продукт, що його випускають із заводу.

Лабораторії обслуговує кваліфікований персонал. Так, приміром, маленьку лабораторію на три кімнати на одному з заводів „Стела" обслуговують три чоловіка; всі три вони з вищою освітою, а один навіть доктор. В центральній лабораторії заводів Дід'є в Штетині працюють 50 чоловіка, що з них 15 зі вищою освітою. Крім того багато професорів та асистентів вищої школи активно працюють по заводах. Професор Шарлотенбурзької політехніки Ендель разом зі своїми асистентами консультує на заводах Коперса та Тисена. Працюючи в контакті з виробництвом, вивчаючи якість продукції, йому пощастило встановити вадливість окису алюмінія в динасі. Окис алюмінія спричиняється до розм'якшення динасу за високої температури, тимчасом як окис заліза, навіть у кількості до 6% такої шкоди не чинить.

Варт зазначити, що професор Ендель поставився до нас дуже уважно коли ми відвідували лабораторію силікатів Шарлотенбурзької політехніки.

В закінчення можна сказати, що всі досягнення німецької промисловости грубої кераміки зводяться до широкого використання сировини, старанного сортування її, через що одержують великий асортимент виробів, які задовольняють різним вимогам промисловости. Щоби роздрібнювати сировину вживають, головним чином, машин - дробарок зі стали високої якости (великий відсоток марганцю). Виготовлення маси провадиться дуже старанно й тут починають уживати нових машин. Склад шихти різноманітний і залежить од характеру вимог, що їх має задовольняти готовий виріб. По деяких заводах масу готують майже суху. Спостерігається тяжіння перейти від формування ручним способом до пресування машиною. Трапляються випадки застосування нового способу сушити вироби — повторним випарюванням, через що значно прискорюється процес сушіння і зменшується площа, потрібна для цього. Тунельні печі набувають широкого розповсюдження, також і фордовських принципів невпинного процесу де-далі то більше вживають. Загалом виробництво майже цілком механізується. Чудово організовано контроль виробництва. Виробництво взагалі провадиться на наукових основах і ввесь час підлягає науково-технічному контролю, тому й якість німецької продукції цілком забезпечено.

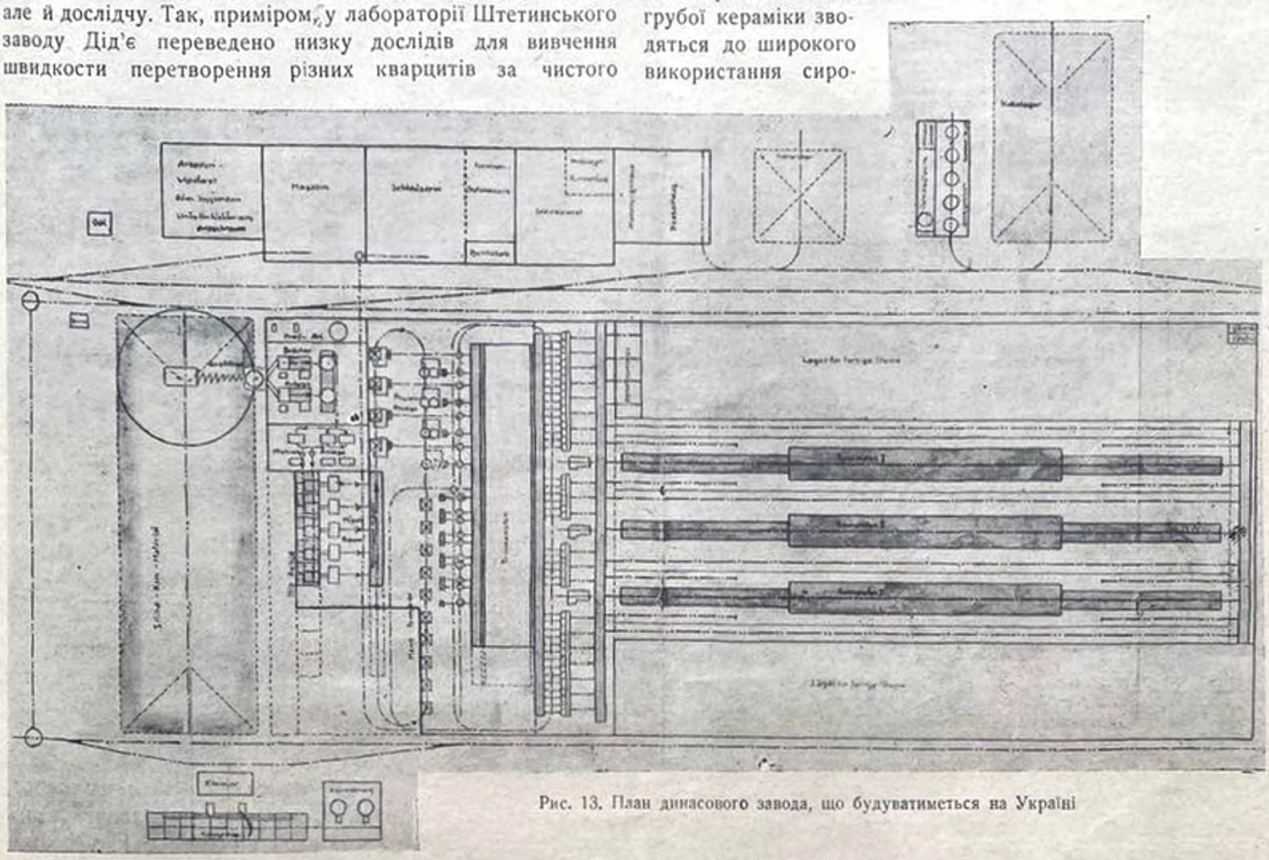


Рис. 13. План динасового завода, що будуватиметься на Україні