

EESTI TEADUSLIKUD INSENER-TEHNILISED ÜHINGUD  
ЭСТОНСКИЕ НАУЧНЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОБЩЕСТВА

---

DOTS. I. ÕPIK  
TALLINNA POLÜTEHNILINE INSTITUUT

доц. И. П. ЭПИК  
ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

# SEPISTE KUUMUTUSANI PÕLEVKIVIKÜTTEL

## КУЗНЕЧНАЯ НАГРЕВАТЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ НА СЛАНЦЕВОМ ТОПЛИВЕ



---

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1950

EESTI TEADUSLIKUD INSENER-TEHNILISED ÜHINGUD  
ЭСТОНСКИЕ НАУЧНЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОБЩЕСТВА

DOTS. I. ÕPIK  
TALLINNA POLÜTEHNILINE INSTITUUT  
ДОЦ. И. П. ЭПИК  
ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

SEPISTE KUUMUTUSANI  
PÕLEVKIVIKÜTTEL  
КУЗНЕЧНАЯ НАГРЕВАТЕЛЬНАЯ  
ПЕЧЬ НА СЛАНЦЕВОМ ТОПЛИВЕ



---

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1950

2

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu  
4758

ARHIIVKOGU

# SEPISTE KUUMUTUSAHI PÖLEVKIVIKÜTTEL

## SISSEJUHATUS

Eesti NSV põlevkivi on tuharikas madala kütteväärtusega kütus. Et kasutada teda kõrge temperatuuriga ahjude kütteks, tuleb silmas pidada mõningaid tingimusi, millede täitmine on eelduseks kõrgete temperatuuride saavutamisele.

Positiivseid kogemusi põlevkivi kasutamisel sepiste kuumutusahjude kütteks omatakse Tallinnas M. I. Kalinini nimelises Veduri-Vaguni Remonditehases. Käesoleval ajal töötavad selles tehases kõik sepatöö kamberahjud eranditult põlevkiviküttel. Nende ahjude konstruktsioon selles tehases, hoolimata reast olulistest puudustest, on põhiliselt õige ja võimaldab saavutada vajalikku temperatuurirežiimi isegi ilma õhuelsoojendus-seadmeteta.

Kahjuks puudub teistes Eesti NSV tehastes vajalik praktika põlevkivi kasutamiseks kuumutusahjudes. Järelikult peaks Tallinna M. I. Kalinini nimelise Veduri-Vaguni Remonditehase kogemuste üldistamine aitama lahendada teiste tehaste ja projekteerivate organisatsioonide töötajate ülesannet vähendada vedelkütuse kulu, asendades vedelkütus põlevkiviga.

Käesolev põlevkivikütttega sepiste kamberahju konstruktsioon on põhiliselt rajatud ülalnimetatud tehase kogemustele. Mõningaid muudatusi ahju konstruktsioonis on teostatud eesmärgiga saada kompaktsemat konstruktiivset kujundamist, samuti ka paremaid ahju töö- ja teenindamistingimusi.

## AHJU EHITUSVIIS

Kamber-piluahi, tööpõranda pinnaga 0,38 m<sup>2</sup>, on kujutatud joonisel 1. Ahi koosneb kahest põhilisest osast: koldest 1 ja töövihi kuumutuskambrist 2, kus kuumutatakse metalli.

Ahju kolle on poolgaasi-seade. Säärases koldes põletatakse põlevkivi, võrreldes tavalise koldega, paksemas kihis ja vähema õhu juurdevooluga läbi kütuse kihi, s. t. luuakse tingimused mittetäielikuks põlemiseks. Selle tulemusel eraldub koldes nn. poolgaas, s. o. põlev gaas, mis sisaldab kütuse lendosaid ja süsihapendit (CO).

Koldest saadav põlev poolgaas suunatakse läbi kitsaste kanalite 3 ahju töökambrisse. Läbi malmist düüside 4 puhutakse suure kiirusega lisaõhku (nn. sekundaarõhku) samuti kanalitesse 3. Sääraselt korraldatud sekundaarõhu puhumine soodustab head õhu segunemist põleva gaasiga. See asjaolu kindlustab gaasi täieliku järelpõlemise minimaalse õhuliiaga (liigõhutegur  $\alpha = 1,05 - 1,15$ ), mille tulemusena saadakse metalli kuumutamiseks vajalikud temperatuuritingimused. Õige režiimi puhul tõuseb temperatuur ahju töökambris kuni 1300°C. Temperatuur koldes on aga seejuures märksa madalam (750—900°C), mis pikendab kolde tööiga.

**Kolle** on seadistatud lihtsa tasapinnalise varbrestiga, mille pind on 0,32 m<sup>2</sup>. Malmist restilülid 5 seisavad 20 mm laiuste vahedega. Üldine vahede pind ehk resti elavpind on ligikaudu 1/2 kogu restipinnast.

Kolde täitmine kütusega toimub läbi ülemise kütteukse 6. Kolde puhastamise ja roopimise hõlbustamiseks on ette nähtud eriline roopimisuks 7. Restide alune tuharuum 9 on suletav uksega 8, mille abil teostatakse restide alla antava primaarõhu juurdevoolu piiramist.

Maksimaalne sekundaarõhu kulu läbi düüside 4 on 100 m<sup>3</sup>/h. Sekundaarõhu torustikus on soovitatav omada rõhku 750—400 mm vs., millele vastavalt düüsi ava läbimõõt on 16—20 mm.

**Kuumutuskamber** 2, tööpõranda pinnaga 580×660 mm (0,38 m<sup>2</sup>) ja tööruumi mahuga 0,2 m<sup>3</sup>, omab sepiste ahjupaigutamiseks pilukujulist täiteava 10. Sellesama ava kaudu juhatakse ahjust välja ka põlemissaadused, mis kanali 11 kaudu heidetakse vahenditult äratõmbekummi alla ahju kohal. Kanali 11 välissein (ekraan) 12 on mahavõetav (ühendatud poltidega) ja on vooderdatud tulekindla, halvasti soojust juhtiva massiga. Ahi töötab lahtise täiteavaga. Kaitseks soojuskiirguse eest on ahju täiteava 10 ette riputatud viis ülesklapitavat kaitsekilbikest 13.

Ahju müüritis ehitatakse tulekindlatest šamott-tellistest. Töökambri põrand on soovitatav laduda kas kromiit- või talktellistest, sest rauaoksüüd mõjub sööbivalt šamottkivisse. Põrand, mis on laotud nimetatud materjalidest, on vastupidav rauaoksüüdi hävitava toime suhtes. Ahju müüritis on laotud 5 mm paksusest leht-

terasest, 75×75×8 mm nurkterasest ja □-terasest nr. 10 keevitatud kesta sisse.

Müüritise remondi hõlbustamiseks on ahju võlv 14 kujundatud mahavõetavana, tulekindlate tellistega vooderdatud metallist lookade 15 näol.

Ekraani 12 vooderdus mäsitakse tulekindlast massist, mille kaaluline koostis võiks olla näiteks järgmine:

jahvatatud šamottkivi-pulbrit . . . . .	40%
plastilist šamottsavi . . . . .	30%
asbestiidi kiude . . . . .	10%
vesiklaasi . . . . .	8%
vett . . . . .	12%

Massi kohalhoidmiseks on pleki külge keevitatud traadikesed.

Ahju **tootmisjõudlus** on keskmiselt 70 kg metalli tunnis. Seejuures maksimaalne tootmisjõudlus on tunduvalt suurem.

Ahi kuumutab sepiseid 1100—1150°C.

Oma suuruselt ja tootmisjõudluselt on ahi sobiv 0,25—0,5 tonnisele mehaanilisele haamrile.

**Kütuseks** ahjule on kvaliteetne I sordi põlevkivi (jäme, tüki suurusega üle 100—125 mm), mis peab vastama tehnilistele tingimustele GOCT 3293-46 järgi. Põlevkivi kulu ahju keskmise tootmisjõudluse puhul on ligikaudu 60—70 kg tunnis.

Joonisel 2 on näidatud toru-rekuperatori paigutamise võimalus sekundaarõhu eelsoojendamiseks. Rekuperator on ehitatud 25 mm siseläbimõõduga painutatud torudest 1. Nende torude otsad on ühendatud kahe toru-kollektoriga 2 ja 3.

Rekuperator on paigutatud kuumutuskambri esiseina ja esiekraani vahele. Rekuperatori küttepind, 1,25 m<sup>2</sup>, on arvestatud sekundaarõhu eelsoojenduse saamiseks kuni 250—300°C.

## AHJU TEENINDAMINE

Käsitleme nüüd põhilisi praktilisi nõudeid ahju töötamisel põlevkivikütteil.

Tuld alustatakse puudega, mille järel antakse peale põlevkivi ning tõstetakse ahjukuumust kord-korralt kuni normaalse töörežiimi saavutamiseni. Kütta tuleb eelnevalt sorteeritud põlevkiviga, purustades suuremad pangad ja jättes kõrvale aberainerikkad tükid.

Suurt tähtsust omab põlevkivikihi paksus koldes: liiga õhukese kihi puhul kulgeb põlemine suure õhuliiaga. See rikub poolgaasikolde õiget töörežiimi ja vähendab temperatuuri

ahjus. Kütusekihi paksust on soovitatav hoida olenevalt ahju töötamise intensiivsusest 400—450 mm piirides. Paksu kihi puhul saadav poolgaas on rikkam, s. t. sisaldab rohkem põlevaid elemente.

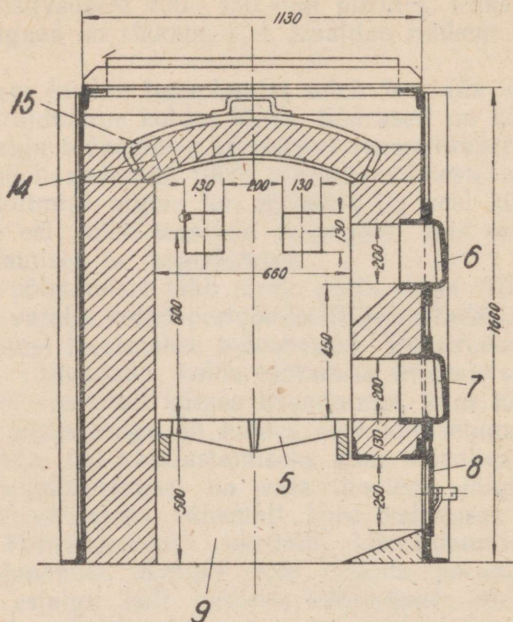
Järjekordset kütuse lisandamist tuleb teostada siis, kui elav lendosade eraldumine koldes lõpeb. Sääraselt on kõige hõlpsam alal hoida ahju töökambris kõrgeimat temperatuuri ja kiirgavat leeki. Kütuse lisandamist tuleb teostada väikeste annuste näol, eriti ahju kütmise algul, kui müüritis on veel külm. Kütuse lisandamise eel tuleb teostada roopimist, mis seisab kütusekihi kohendamises ja tasandamises.

Põlevkivi põletamisel jääb järele palju tuhka. Tööhäirete vältimiseks on vajalik kollet perioodiliselt puhastada. Järjekorralist kolde puhastust teostatakse töövaheajal. Puhastuse eel on vaja järk-järgult vähendada kolde töötamise intensiivsust. Selleks vähendatakse vastavalt kütuse lisandamist, kuni lõpuks katkestatakse see arvestusega, et koldes olev kütusetagavara piisaks ahju normaalse töö kindlustamiseks kuni töövaheajani.

Ahju ekspluateerimisel on vaja hoolega jälgida, et tööpõrandalt eemaldataks vähemalt kord vahetuses rauaoksüüd ja šlakk. Mitteõigeaegne oksüüdi kõrvaldamine põhjustab põranda lagunemist. Samuti võib tekkida põrandale oksüüdi kuhjumine, esialgu küll väikeste kühmukeste näol. Kui jätta need kühmukesed kõrvaldamata, siis kasvavad nad «küngas-teks», mis teevad normaalse töö võimatuks.

Sepiste paigutamist ahju on otstarbekohane teostada sepi-asetamisega põrandale, mitte lubades aga asetada sepi-asetamise vastu. Vastasel korral on kuumendamise kulg tunduvalt aeglasem, sest sepi-asetamise kasulik soojust vastuvõttev pind väheneb.

Lõige D-D      Разрез по D-D



Joon. 1. Põlevkiviküttel töötav sepiste kuumutamise piluahi.

- 1 — kolle, 2 — töökamber, 3 — kanalid, 4 — õhudüüsid, 5 — restilülid, 6 — kütteuks, 7 — roopimisuks, 8 — tuharuumi uks, 9 — tuharuum, 10 — täitepilu, 11 — heitgaaside kanal, 12 — ekraan, 13 — kaitsekilbid, 14 — ahju võlv, 15 — loogad.

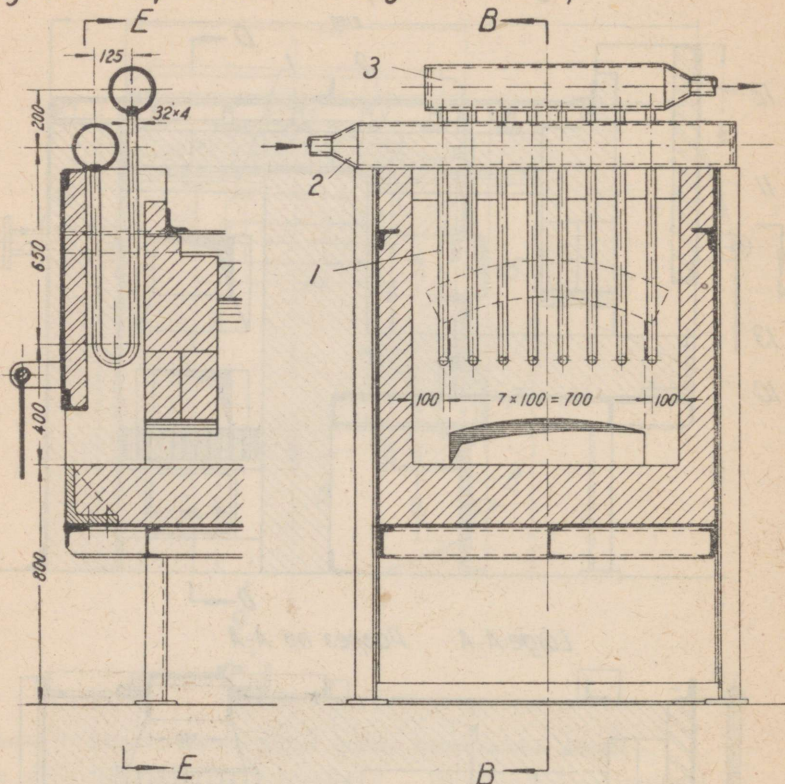
Фиг. 1. Кузнечная щелевая печь на сланцевом топливе

- 1 — топка, 2 — рабочая камера, 3 — каналы, 4 — сопла, 5 — колосники, 6 — рабочая дверка, 7 — шуровочная дверка, 8 — дверка, 9 — зольник, 10 — загрузочная щель, 11 — канал уходящих газов, 12 — экран, 13 — откидные щитки, 14 — свод, 15 — остоны.



Lõige B-B    Разрез по B-B

Lõige E-E    Разрез по E-E



Joon. 2. Rekuperaatori paigutus. 1 — rekuperaatori küttepinna torud, 2 — sissevoolu-kollektor, 3 — väljavoolu-kollektor.

Фиг. 2. Установка рекуператора. 1 — трубы поверхности нагрева рекуператора, 2 — входной коллектор, 3 — выходной коллектор.

## КУЗНЕЧНАЯ НАГРЕВАТЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ НА СЛАНЦЕВОМ ТОПЛИВЕ

### ВВЕДЕНИЕ

Эстонские горючие сланцы являются многозольным малокалорийным топливом. Использование их в высокотемпературных печах требует соблюдения некоторых условий, без которых получение высоких температур не удастся.

Положительный опыт применения горючего сланца в качестве топлива для кузнечных нагревательных печей имеется на Таллинском Паровозо-Вагоноремонтном Заводе имени М. И. Калинина, где все кузнечные камерные печи работают только на сланце. Конструкция печей на этом заводе, хотя и имеет ряд существенных недостатков, но в основном — правильная, и легко обеспечивает даже без воздухоподогревательных устройств требуемый температурный режим.

Должной практики применения в нагревательных печах горючего сланца на других заводах в Эстонской ССР, к сожалению, не имеется. Таким образом, обобщение опыта работы Таллинского Паровозо-Вагоноремонтного Завода имени М. И. Калинина должно помочь работникам других заводов и проектных организаций разрешить задачу сокращения расхода жидкого топлива, заменив его горючим сланцем.

Предлагаемая конструкция кузнечной камерной печи на сланцевом топливе в основном базируется на опыте вышеуказанного завода. Некоторые внесенные конструктивные изменения имеют целью более компактное оформление и улучшение условий работы по обслуживанию печи.

## УСТРОЙСТВО ПЕЧИ

Камерная щелевая печь, площадью пода  $0,38 \text{ м}^2$ , представлена на рис. 1. Печь состоит из двух основных частей: топки 1 и рабочей или нагревательной камеры 2, где нагревается металл.

Топка печи является полугазовой. В такой топке сланец сжигается более толстым слоем и при меньшем доступе воздуха через слой топлива, чем в простой топке, т. е. создаются условия неполного горения. В результате этого в топке выделяется так наз. полугаз, содержащий летучие топлива и окись углерода.

Этот горючий полугаз направляется в рабочее пространство печи по узким каналам 3. Добавочный «вторичный» воздух подводится с большой скоростью через чугунные сопла 4 также в каналы 3. Такой подвод вторичного воздуха способствует хорошему его смешиванию с горючим газом. Это обстоятельство обеспечивает полное догорание газа с наименьшим избытком воздуха (коэффициент избытка воздуха  $a = 1,05 - 1,15$ ), благодаря чему создаются нужные температурные условия для нагрева металла. При правильном режиме температура рабочего пространства печи достигает  $1300^\circ\text{C}$ . Температура же в топке устанавливается значительно ниже ( $750 - 900^\circ\text{C}$ ), что удлиняет срок службы топки.

Топка оборудована простой горизонтальной колосниковой решеткой, площадью  $0,32 \text{ м}^2$ . Чугунные колосники 5 устанавливаются с прозорами в 20-мм. Общая площадь прозоров или живого сечения колосниковой решетки составляет около  $\frac{1}{2}$  всей площади.

Загрузка топлива производится через верхнюю рабочую дверцу 6. Для удобства чистки и шуровки предусмотрена специальная шуровочная дверка 7. Зольниковое пространство 9 закрывается дверцей 8, при помощи которой производится регулировка подачи первичного воздуха под колосники.

Максимальный расход вторичного воздуха, подаваемого через сопла 4, составляет  $100 \text{ м}^3/\text{час}$ . Давление в трубопроводе вторичного воздуха желательнее иметь в пределах  $750 - 400 \text{ мм вод. ст.}$ , чему соответствует диаметр сопла  $16 - 20 \text{ мм}$ .

Нагревательная камера 2, площадью пода  $580 \times 660 \text{ мм}$  ( $0,38 \text{ м}^2$ ), с объемом рабочего пространства  $0,2 \text{ м}^3$ , имеет щелевое отверстие 10 для загрузки заготовок в печь. Через это же отверстие отводятся продукты горения, которые по

каналу 11 выбрасываются непосредственно под зонт, устанавливаемый над печью. Отъемная (на болтах) внешняя стенка (экран) 12 канала 11 набивается огнеупорной малотеплопроводной массой. Печь работает с открытым рабочим отверстием, теплоизлучение из которого задерживается пятью откидными щитками 13.

Кладка печи выполняется из огнеупорного шамотного кирпича. Так как шамотный кирпич разедается железной окалиной, то желательнее, чтобы под печи был выложен хромистым или тальковым кирпичем, не поддающемся разрушительному действию железной окислы. Печь выложена в кожухе, сваренном из листового железа толщиной 5 мм, угольников 75×75×8 мм и швеллеров № 10.

Для удобства ремонта кладки свод 14 печи делается съемным, в виде металлических остовов 15, футерованных огнеупором.

Футеровка экрана 12 производится путем набивки огнеупорной массы, например, такого состава (по весу):

шамотного порошка . . . . .	40%
пластичной огнеупорной глины . . . . .	30%
трепела из асбестита . . . . .	10%
жидкого стекла . . . . .	8%
воды . . . . .	12%

Для удержания массы на листе предусмотрены приваренные к листу «ерши».

**Производительность печи** — в среднем около 70 кг металла в час; максимальная же производительность печи значительно выше.

Печь нагревает заготовки до 1100—1150°C.

По своим размерам и производительности печь подходит к молотам 0,25—0,5 т.

**Топливом** для печи должен быть качественный сланец 1-го сорта (крупный, размером кусков более 100—125 мм), соответствующий техническим условиям по ГОСТ 3293-46.

Расход сланца при средней производительности — около 60—70 кг в час.

На рис. 2 показана возможная установка трубчатого рекуператора для подогрева вторичного воздуха. Рекуператор состоит из изогнутых стальных труб 1 с внутренним диаметром 25 мм. Концы этих труб соединены двумя трубами-коллекторами 2, 3.

Рекуператор устанавливается между передней стенкой нагревательной камеры и фронтным экраном печи. Поверхность нагрева рекуператора в  $1,25 \text{ м}^2$  рассчитана для получения подогрева вторичного воздуха до  $250\text{--}300^\circ\text{С}$ .

## ОБСЛУЖИВАНИЕ ПЕЧИ

Рассмотрим основные практические условия для правильной работы печи на сланце.

Огонь в топке разводится д р о в а м и, после чего начинают загрузку сланца, постепенно разогревая печь до нормального режима работы. Подавать в топку надо предварительно отсортированный сланец, разбивая крупные куски и отбрасывая пустую породу.

**Толщина** слоя сланца в топке имеет большое значение: при тонком слое горение будет протекать с большим избытком воздуха. От этого нарушается правильность работы полугазовой топки, понижается температура печи. Толщину слоя целесообразно поддерживать в пределах  $400\text{--}450 \text{ мм}$ , в зависимости от интенсивности работы. При толстом слое полугаз получается более богатым, т. е. с большим содержанием горючих элементов.

Производить очередные заброски топлива лучше всего тогда, когда выделение летучих горючих частиц в топке станет недостаточно интенсивным. Таким образом проще всего поддерживается наивысшая температура и светящееся пламя в нагревательной камере печи. Заброску сланца надо производить небольшими порциями, особенно при разогреве печи, когда обмуровка еще холодная. Перед заброской следует производить шуровку, заключающуюся в разрыхлении и разравнивании слоя топлива.

При сгорании сланца остается много золы. Во избежание нарушения нормальной работы, необходимо периодически чистить топку. Очередную чистку топки производят к перерыву в работе. Перед чисткой необходимо постепенно снижать интенсивность работы топки. Для этого постепенно уменьшать забрасывание топлива и, наконец, совсем прекратить это, с таким расчетом, чтобы запасом топлива, имеющимся в топке, обеспечить нормальную работу печи до перерыва.

При эксплуатации печи необходимо тщательно следить за состоянием пода, удалять с него окалину и шлак не менее одного раза в смену. Несвоевременное удаление окалины вы-

зывает разрушения пода, или же на поду образуется нарост окалины, сначала в виде небольшого бугорка. Если этот бугорок не будет удален, то он вырастает в «гору», делающую нормальную работу невозможной.

Загрузку печи металлом целесообразно вести с укладкой заготовок «на поду», не допуская укладки заготовок вплотную. В противном случае нагрев будет происходить значительно медленнее из-за уменьшения тепловоспринимающей поверхности заготовок.

Vastutav toimetaja H. Lepikson

Keeleline toimetaja A. Mölder

Tehniline toimetaja K. Einberg

Ladumisele antud 3. III 1950. Trükimisele antud 18. III 1950. Trükipoognaid 1,0. Arvutuspoognaid 0,65. Paber 61×80 1/16. Tiraaz 1000. MB-01937, Tellimise nr. 532, Trükikoda „Kommunist“.

На эстонском и русском языках.

Tasuta

