

Vanad raudbetoon- ja kivistkorstnad on ohus

Väino Voltri, TTÜ dotsent

Paljud kuni saja aasta vanused kõrged korstnad on siamaani töös. Kui neid aga professionaalselt ei hooldata ega remondita, tekib nende varisemisohu.

Kuivõrd aastakümnete ees ehitatud korstnaid on palju, siis teevad ka nende ekspluateerimine, hooldamine ja remont pidevalt muret.

Tööstuses on traditsioonilised kivi- või raudbetoonkorstnad, vähemal määral leidub metallkorstnaid.

Et tööstuslikest küttekolletest suitsugaase välja viia, peab korsten olema suure ristlõike ja hea tõmbega. Seetõttu on suuremate katlamajade loomuliku tõmbega korstnate sisemine läbimõõt 5...7 m ja kõrgus 50...150 m. Niisuguseid korstnaid ehitati peamiselt eelmise sajandi esimesel poolel. Praegusel ajal on mindud üle sundtõmbele korstnas, tänu millele on korstna kõrgus oluliselt vähenenud.

Korstna suure kõrguse põhjuseks oli varem ka eesmärk pillutada põlemise jääkproduktid laiale territooriumile. Praegu tuleb keskkonnakaitse nõuete kohaselt need kohe pärast küttekoldest väljumist kinni püüda.

Vaatleme alljärgnevalt korstnate ehituse põhiprintsiipi ja nende tööga kaasnevaid probleeme.

Korstna konstruktsioon

Tööstuslikes korstnates on koldest väljuvate suitsugaaside temperatuurid küllalt kõrged – 150...700 °C. Segugaasid sisaldavad tavaliselt ka palju veeauru ja mürgiseid gaase, sealhulgas olulisel määral väeveldioksiidi (SO₂).

Korstna konstruktsioon peaks olema selline, et suitsugaaside eemaldumise kiirus tagaks intensiivse välisõhu juurdevoolu koldesse ja suitsugaasid ei jahtuks korstnas niipalju, et veeaur hakkaks kondenseeruma korstna siseküljele. Viimasel juhul korstnakonstruktsioon märgub ja korsten hakkab lagunema, korstna sisepinnale tekib tahmakiht ja korstna tõmme halveneb.

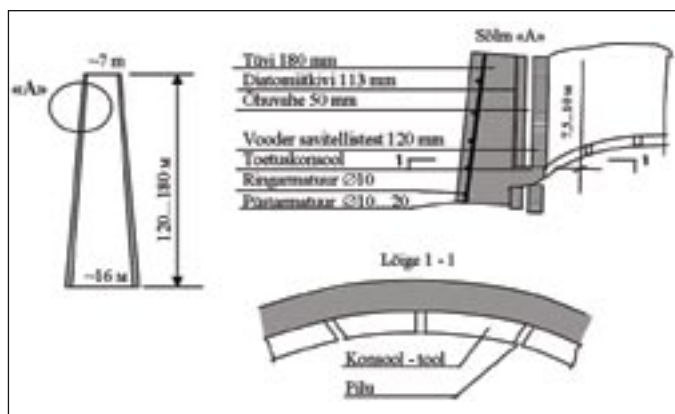
Korstna sisevooder peab kaitsma korstna tüve liigse kuumenemise eest. Esiteks sellepärast, et korstna tüves oleks võimalik kasutada vähem tulekindlaid materjale, ning teiseks sellepärast, et korstna tüves ei tekiks suuri pingeid tüve sise- ja välispinna suure temperatuurivahe tõttu.

Korsten vooderdatakse seestpoolt tel-

listega (kui suitsugaaside temperatuur on üle 500 °C, siis šamottkividega), mida toetavad iga 10 m tagant korstnaseinast väljaulatuvad konsoolringid (jn 1). Suurte horisontaalsete temperatuuripingete vältimiseks lõigatakse konsoolidesse umbes iga 50 cm järel ca 2,5 cm laiused pilud.

Selline lahendus võimaldab voodrit lõikude kaupa remontida ja – mis on väga oluline – voodri mass rakendub välisseina ristlõikesse, vähendades sellega vertikaalkoormuse ekstsentrilisust tuulekoormuse mõjumisel.

Voodri paksus on tavaliselt pool tellist (12 cm), kõrgete korstnate puhul suureneb vooder allosas ühe kivini (25 cm). Voodri ja seina vahele jäävasse ringpilusse pannakse 5...12 cm paksuse kihina mõnd efektiivset mineraalset puistestainet (kõrgahjuräbu, diatomiiti, granuleeritud mineraalvatti, treeplit jne) või sellest valmistatud telliseid – selles kihis peab tekkima kõige suurem temperatuurilang. Madala temperatuuriga suitsugaasi puhul jäetakse 5 cm õhkvahe sageli tühjaks.



Joonis 1. Korstnasõlmed. Tüüpiline (raudbetoon)-korstna konstruktsioon (kivistkorsten erineb sellest ainult rõngas- ja vertikaalarmatuuri puudumise poolest)



Foto 1. Horisontaalpragu korstnaseinas.

Temperatuuriprobleemid

Nagu joonisel 2 nähtub, on temperatuur korstna välisseina sisepinnal, hoolimata sisemisest voodrist, kõrgem kui korstna välisseina välispinnal.

Temperatuurilang korstnaseinas põhjustab selles paindemomente nii vertikaal- kui horisontaallöikes. Korstna konstruktsiooni seisukohalt on otsustavad paindemomendid, mis tekivad seina vertikaallöikes. Horisontaallöikes tekivad momendid tasakaalustab korstna omakaal. Punktiirjoon joonisel 3 näitab algse seinaosa paisumisdeformatsioone.

Momendid tekivad, kuna deformatsioonid on korstna kinnise kontuuri tõttu takistatud.

Erinevad deformatsioonid korstna sise- ja välisküljel on tõlgendatavad ristlõikes mõjuvate temperatuurimomentidena.

Korstnate kahjutused ja avariid

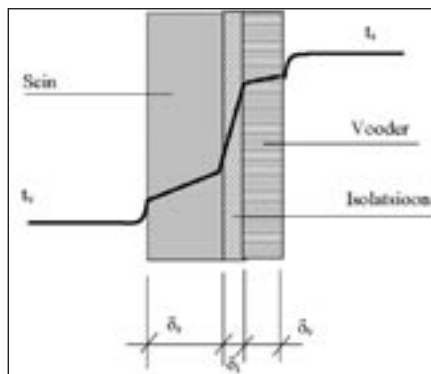
Korstnate kahjustused ja avariid on põhiliselt seotud temperatuurikoormusega. Vanade korstnate ja suure võimsusega katelde puhul on suitsugaaside temperatuur korstnakonstruktsiooni jaoks tihti liiga kõrge. Ka vastupidine situatsioon – suitsugaaside temperatuur on liiga madal – on korstnale ohtlik.

Liiga kõrge temperatuuri tõttu saab kõigepealt kannatada korstna sisevooder, samuti võib korsten vertikaalselt väga pikalt lõheneda.

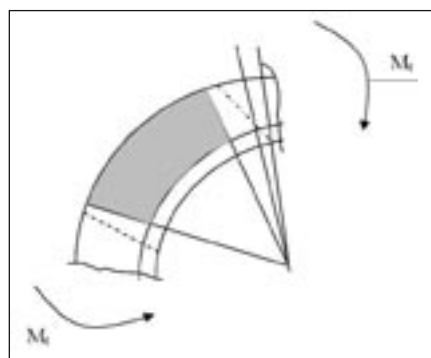
Kuna konsooli lõikes on korsten paksem kui mujal (vt jn 4), siis tekib seal suurem paisumisdeformatsioon ja sellest tulenevalt tekivad ka suuremad paindemomendid. Kui konsooli pilud jäetakse tegemata või need täituvad eksploatatsiooni ajal tihedalt prahi ja tahmaga, on tavaliselt tagajärjeks vertikaalsed praod korstnas. Raudbetoonkorstnal on siin tänu rõngasarmatuurile suuremad varud.

Viimasel ajal on probleeme põhjustanud ka korstna alakütmine. Need tekivad tavaliselt siis, kui korstna ristlõige on küttekolde jaoks liiga suur.

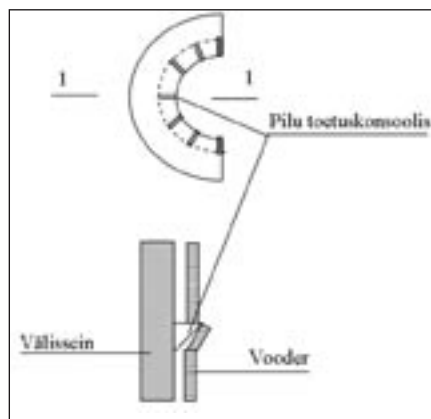
Liiga väikese küttekolde korral ei jõua suitsugaasid korstna sisevoodrit oluliselt soojendada, mistõttu suitsugaasi temperatuur langeb korstnas väga madalale. Selle tagajärjel kondenseerub suitsugaasis sisalduv veeaur korstna seinale ning koos kondensaadiga ladestub sinna ka lenduv tuhk ja tahm. Mõõtmised on andnud niisuguse kihi



Joonis 2. Temperatuurilang korstnaseinas



Joonis 3. Seina deformatsioonid temperatuurilangu mõjul (horisontaallöige)



Joonis 4. Voodrikonsool

paksuseks 15...20 cm. Halvemal juhul tungib kondensaatevi läbi korstna sein ja korstna välissein võib saada suuri külmakahjustusi (vt foto 2).

Raudbetoonkorstnatel võivad tekkida nii horisontaal- (vt foto 1) kui vertikaalpraod.

Pragude tekkimine korstnas

Kivikorstnad. Kivikorstna puhul tekivad põhiliselt vertikaalsed või väikese kaldega praod välisseina (vt foto 4 ja 5).

Pragude tekke põhjuseks on üldjuhul korstna ülekütmine. Näiteks kui alg-



Foto 2. Kondensaadi tungimine läbi korstna seina (kondensaat on jäätunud).

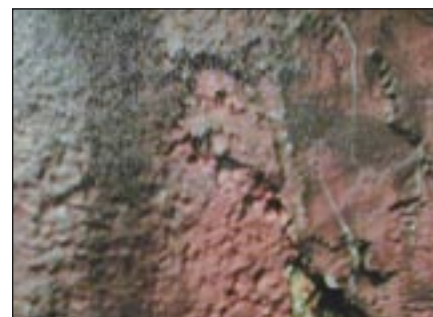


Foto 3. Kaldpragu korstnaseinas.

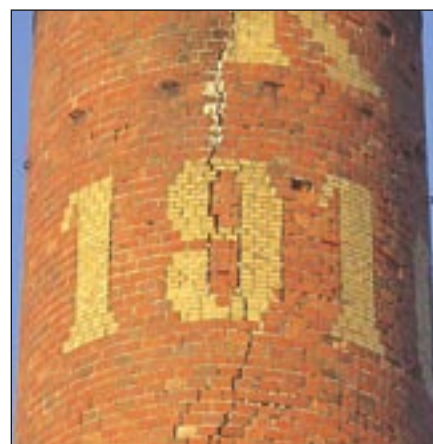


Foto 4. Vertikaalpragu korstnas.

selt oli korsten ette nähtud turba- või puidukatla jaoks, aga hiljem mindi üle kivisööele või masuudile.

Kivikorstnate tugevust on võimalik taastada neile tõmberõngaste pealepanekuga.

Raudbetoonkorstnad. Raudbetoonkorstna puhul tuleks vahet teha, kas tegu on korstna pinna purunemisega, mille põhjuseks on roostetav armatuur korstna välispinnas, või läbivate pragudega, mis on tekkinud ülekütmisest või konstruktsioonivigadest. Samas võivad need mõlemad asjaolud liituda



Foto 5. Kaldega pragu korstnaseinas.



Foto 6. Ladestunud soolad korstna pinnal.

konkreetses purunemiskohas.

Raudbetoonkorstnate väga levinud avarii on armatuurvarda roostetamise tõttu tekkinud armatuuri betoonist kaitsekihi varisemine korstna välispinnal. Põhjuseks on siin üldiselt betooni- ja armatuuritööde madal kvaliteet.

Vanemate korstnate puhul on tihti betooni tihedus väga madal (vt fotod 1 ja 3) ja varda betoonist kaitsekiht liiga õhuke. Fotol 3 on korstnasein, kus vertikaalarmaatuur on praktiliselt korstna pinnal – betoonist kaitsekiht reaalselt puudub. Selle tagajärjel on armatuurvardad tugevasti roostetanud ja betoonist kaitsekiht piki varrast korrosiooniproduktide poolt lõhnutud.

Olukorda on võimalik parandada juhul, kui armatuuri roostekahjustused ei ole liiga suured. Korstna remontimiseks lõhutakse varraste ümbrus lahti, vardad puhastatakse ja kaetakse kaasaegsete korrosioonikaitsematerjalidega.

Teine tõsine probleem on vertikaalpragude teke ülekütmise või konstruktsioonivigade tõttu. Ülekütmisena tuleb siin käsitleda mis tahes olukorda, kus temperatuurilang korstnaseinas ei vasta projekteeritule või korstna tegelik ehitus (tema sõlmed) ei kindlusta projekteeritud temperatuurilangu.

Siia alla kuulub ka sein ristlõike nõrgenemine, mille põhjuseks on ringarmatuuri ristlõike vähenemine tugeva roostetamise tõttu. Juhul, kui

sein tugevus ei ole vertikaallõikes tagatud, tekivad sein vertikaalsed läbivad praod – välissein laguneb eraldiseivateks vertikaalseteks siiludeks. Eriti ohtlik on selline olukord korstna allosas – eraldiseivad siilud võivad kaotada stabiilsuse korstnale mõjuva tuulekoormuse tõttu (seda juhul, kui ringarmatuur on katkenud, näiteks tugevasti roostetanud ja seejärel temperatuurimomentide mõjul purunenud).

Olukorra päästmiseks tuleks vähendada korstna temperatuurikoormust ja panna korstnale peale uus ringarmatuur.

Korstnate olukorrast üldisemalt

Uuringud on näidanud, et tänapäeval kasutatakse ökonoomseid kütterežiime ja automaatikat, mistõttu suitsugaaside temperatuur korstnates ei ole tavaliselt kõrgem kui korstnale projekteeritud, vaid isegi madalam.

Probleemiks on see, et korstnates, mis on varem kütmisega ära lõhnutud, tekivad praeguste kütterežiimide puhul hoopis kondensaadiga seotud ohud. Juhul kui veeauru ei saa tehnoloogiliste võtetega korstnajas vältida, jääb ainult üle korstna ristlõiget vähendada, mille tulemusena veeaur väljub korstnast kondenseerumata. Levinud võte on olemasolevasse korstnasse metallkorstnate sissepanek, nii et vana korsten jääb uutele tugisüsteemiks. Sellisel juhul tuleb vana korsten tugevusnõuete järgi remontida.

Kivikorstnate üldtugevuse juures mängib suurt rolli vertikaaljõu ekstsentrilisus horisontaallõikes. Ekstsentrilisust vähendatakse korstna massiga, korstna kõrgus on aga piiratud müüritise tugevusega.

Vertikaalse armatuuri abil töötavad raudbetoonkorstnad ka hästi ekstsentrilisele survele. Maailmapraktikast on teada mõned korstnavaringud, mille põhjuseks oli väga kehv betoon, mitte korstna armatuur.

Eestis tehtud uuringud on seni näidanud, et korstnate betoon vastab tugevusnõuetele, puudujäägid esinevad tavaliselt betooni tiheduses korstna välispinna läheduses. Põhjuseks on siin tihti vale betoneerimistehnoloogia või nõrk tehniline baas (näiteks tõmbab libisev raketis betooni kaasa).

Kivikorstnate puhul vajaksid käsitlemist veel müüritise efloresentsents (*ef-*

Karl Öiger, professor, TTÜ ehitusteaduskonna dekaan:

Nagu V. Voltri artiklist nähtub, on paljude tööstushoonete töösolevate tellis- ja raudbetoonkorstnatega tõsiseid probleeme. Küsimus on, kuidas suurte kahjustustega korstnaid remontida. Õnneks on viimastel aastatel ka Eestisse tekkinud firmasid, kes on võimelised neid töid nõutava kvaliteediga tegema. Arvan, et mitte halvemini kui näiteks endised nõukogudeaegsed spetsialiseeritud firmad Sevzapsptesremenergo või Spetsželezobetonstroj, vaid tänu uutele tehnoloogiatele ning kaasaegsetele materjalidele isegi säästlikumalt ja kvaliteetsemalt.

Praegu teeb korstnate ekspertiisi Eestis SV Ehituskonstruksioonide OÜ. Korstnaid remondivad järgmised firmad: SV Ehituskonstruksioonide OÜ, Läti firma OÜ Tilts Eesti filiaal ja AS IRBISTERO. Viimatinimetatu on saavutanud tõelist edu just kõrgete (100...200 m) korstnate ja kõrgobjektide renoveerimisel. Nende tööde näidetena võiks tuua Eesti Energia AS Iru Elektriijaama ja AS Tallinna Kütte Kadaka katlamaja korstnad jne, samuti tegid nad esimesed restaureerimistugevdustööd Lennusadama raudbetoonkoorikkatuse juures.

florescense – veeslahustuvate soolade ladestumine kivi pinnale (vt foto 6) või kivi sees) ja raudbetoonkorstnate juures sulfaatne korrosioon. Mõlemad on seotud veeslahustuvate soolade ja sulfaatide olemasoluga või sissetungimisega konstruktsiooni. Kui veeslahustuvate soolade sadestumine müüritise pinnale otseselt ei kahjusta müüritist, vaid ainult määrab seda, siis betooni puhul võivad tekkida sulfaadiioonide ja tsemendipasta vahel mitmesugused keemilised reaktsioonid. Betoonis võivad moodustuda kips ja mõned kasvama hakkavad sulfaadikristallid, mis võivad betooni lõhkuda.

Sulfaadirünnaku esimeseks tunnuseks on läbi betooni (liitekohtade) tunginud soolalahuste soolade ladestumine betooni pinnale.

Eestis on mitu konsultatsioonifirmat koostöös TTÜ-ga teinud edukaid korstnaekspertiise. ©