

**SEMENT ISHLAB CHIQRISH JARAYONIDA MUQOBIL YOQILG`ILARDAN
FOYDALANISHNING AFZALLIKLARI**

Sadulayev Nasullo Ne'matovich

Buxoro muhandislik – texnologiya instituti

“EnergoAudit” kafedrası professori

Usmonov Shukurillo Yulbarsovich

Farg‘ona politexnika instituti dotsenti,

G`afurov Mirzohid Orifovich

Buxoro muhandislik – texnologiya instituti

“Elektr mexanikasi va texnologiyalari” kafedrası doktoranti

mirzogafur@gmail.com

Annotatsiya

Maqolada sement ishlab chiqarish jarayonida an'anaviy yoqilg`ini muqobil yoqilg`iga o`zgartirishning mavjud nazariy asoslari tahlil qilindi. Tadqiqot sohasiga oid xorijiy ilg`or tajribalar o`rganildi. Respublikamizda sement ishlab chiqarish tarmog`ida, muqobil yoqilg`ilardan foydalanishni tadbiiq qilish uchun turli muqobil yoqilg`ilarning miqdori va energetik ko`rsatkichlari tahlil qilindi. An'anaviy va muqobil yoqilg`i manbalaridan foydalanish jarayonida ajralib chiqadigan zaharli gazlar miqdori taqqoslandi va muqobil yoqilg`ining ekologik, texnologik va iqtisodiy afzalliklari yoritib berildi. Shuningdek, muqobil yoqilg`idan foydalanishning ilmiy asoslari ishlab chiqildi.

Kalit so‘zlar: sement ishlab chiqarish, muqobil yoqilg`i, maishiy va sanoat chiqindilari, energiya ko`rsatkichlar, issiqxona gazlari.

**BENEFITS OF USING ALTERNATIVE FUELS IN THE CEMENT
MANUFACTURING PROCESS**

Sadullayev Nasullo Nematovich

Bukhara Engineering-Technological Institute

Professor of the Department of

EnergyAudit

Usmonov Shukurillo Yulbarsovich

Associate Professor of Fergana Polytechnic Institute

Gafurov Mirzokhid Orifovich

Bukhara Engineering-Technological Institute

Doctoral student of the Department of Electrical Mechanics and Technology

Abstract

The article analyzed the existing theoretical basis of changing traditional fuel to alternative fuel in the process of cement production. Foreign best practices related to the field of research were studied. In order to implement the use of alternative fuels in the cement production network in our republic, the quantity and energy indicators of various alternative fuels were analyzed. The amount of toxic gases released during the use of traditional and alternative fuel sources was compared and the environmental, technological and economic advantages of alternative fuel were highlighted. Also, the scientific basis of using alternative fuel was developed.

Keywords: cement production, alternative fuel, household and industrial waste, energy indicators, greenhouse gases.

Kirish

So‘nggi chorak asrda dunyo aholisi sonining keskin ko‘payishi, qurilish ishlarining yangi rivojlanish bosqichiga ko‘tarilishiga va bu o‘z navbatida qurilish materiallariga bo‘lgan talabni oshishiga sabab bo‘ldi. Ishlab chiqarish hajmining ko‘payishi, energiyaga bo‘lgan talabni bir necha baravar oshishiga olib keldi. Qurilish mahsulotlari orasida sement ishlab chiqarish energiya iste‘moli va ekologiyaga ta‘siri bo‘yicha yetakchi sanoat tarmog‘i sifatida e‘tirof etilmoqda va bu sanoat tarmog‘i sezilarli darajada rivojlandi. Sement ishlab chiqarish uchun odatiy pechlarda ishlatiladigan an’anaviy yoqilg‘ilarga ko‘mir va tabiiy gaz kiradi. Sement klinkeri ishlab chiqarishda qazib olinadigan yoqilg‘ining muqobil yoqilg‘i bilan almashtirilishi sement ishlab chiqaruvchilar uchun ham, jamiyat uchun ham katta ahamiyatga ega, chunki u qazib olinadigan yoqilg‘i zahiralari tejaydi va issiqxona gazlari chiqindilarini kamaytiradi. Bundan tashqari, muqobil yoqilg‘idan foydalanish sement ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga yordam beradi. Energiya xarajatlari va atrof-muhit muammolari butun dunyo bo‘ylab, sement kompaniyalarini an’anaviy yoqilg‘ilarni neft-gaz chiqindilari, qayta ishlanmagan plastmassa va qog‘oz aralashmalari, ishlatilgan shinalar, biomassa chiqindilari kabi chiqindi materiallar bilan qanchalik darajada almashtirish mumkinligini baholashga undadi. Klinkerni tayyorlash jarayonida yoqilg‘i sifatida turli xil muqobil yoqilg‘ilardan foydalanish orqali klinker mahsuloti sifatini saqlab qolish, jarayonni nazorat qilish va an’anaviy yoqilg‘i sarfini optimallashtirishga erishish mumkinligini ko‘rsatadi. Ko‘p yillik sanoat tajribasi shuni ko‘rsatdiki, sement zavodlari tomonidan chiqindilardan muqobil yoqilg‘i sifatida foydalanish ham ekologik, ham iqtisodiy jihatdan o‘zini oqlaydi.

Asosiy qism

Sement pechlarida klinker hosil bo'lishi jarayonida zarur bo'lgan yuqori haroratni ishlab chiqarish uchun turli xil energiya manbalaridan foydalanadi. Sement sanoati uchun yoqilg'ining eng keng tarqalgan manbalari: ko'mir, mazut, neft koksi va tabiiy gaz [1].

Muqobil yoqilg'ilar butun dunyo bo'ylab sement ishlab chiqaruvchilar tomonidan qo'llaniladigan yana bir energiya manbai hisoblanadi. Ushbu yoqilg'ilar odatda sanoat, kommunal va xavfli chiqindilar aralashmasidan olinadi [2]. Sement sanoatida ishlatiladigan muqobil yoqilg'i qattiq yoki suyuq bo'lishi mumkin. Ular tarkibiy qismlarning turiga va ularning organik tarkibiga qarab tegishli kimyoviy tarkibga ega bo'lishi kerak. Qattiq muqobil yoqilg'ining to'rtta guruhi mavjud [3].

Ushbu yoqilg'ilarga odatda quyidagilar kiradi:

- Qishloq xo'jaligi biomassasi qoldiqlari
- Qishloq xo'jaligiga tegishli bo'lmagan biomassa qoldiqlari
- Neftga asoslangan chiqindilar
- Har xil chiqindilar
- Kimyoviy va xavfli chiqindilar

Bundan tashqari, Schneider M., Romer M., Wirthwein kabi olimlar o'z maqolalarida quyidagi muqobil yoqilg'ilarni sement sanoati uchun "kelajak yoqilg'isi" sifatida bayon etishgan. Ular asosan ishlatilgan shinalar, hayvon qoldiqlari, neft-gaz chiqindilari va batafsil 1 – jadvalda berilgan. Yoqilg'i chiqindilari maydalangan qog'oz, plastmassa, to'qimachilik va kauchukdan iborat bo'lib, shuningdek, metall yoki mineral aralashmalarni o'z ichiga oladi. Sement pechlarida muqobil yoqilg'idan foydalanish hali ham davom etmoqda. Ba'zi pechlarda 100% gacha almashtirish imkoniyatiga erishilgan bo'lsa, boshqalarida mahalliy chiqindilar bozorlari va ruxsat berish shartlari muqobil yoqilg'idan yuqori foizlarda foydalanishga to'siq bo'lmoqda. Har qanday holatda, muqobil yoqilg'i resurslaridan foydalanishda yonish jarayonini moslashtirish talab qiladi. Muqobil yoqilg'i va issiqlik tizimlaridan foydalanish uchun mo'ljallangan zamonaviy ko'p kanalli pechlar yoqilg'ining yonishini va klinkerning yonish sharoitlarini optimallashtirish uchun olov shaklini nazorat qilish imkonini beradi. 2-jadvalda sement sanoatida qo'llaniladigan turli xil yoqilg'ilarning issiqlik qiymatlari ko'rsatilgan [6-9].

1-jadval Sement sanoati uchun muqobil yoqilg'i potentsiali.

| | | |
|-----------------------------|------------------------------|----------------------|
| Suyuq chiqindi yoqilg'ilari | Qattiq yoqilg'i chiqindilari | Gazsimon chiqindilar |
| Neft-kimyó chiqindilari | Batareya qutilari | Chiqindi gazi |
| Asfalt eritmasi | Plastik qoldiqlari | Piroliz gazi |
| Bo'yoq chiqindilari | Yog'och chiqindilari | |
| Neft koksi | Kauchuk qoldiqlari | |

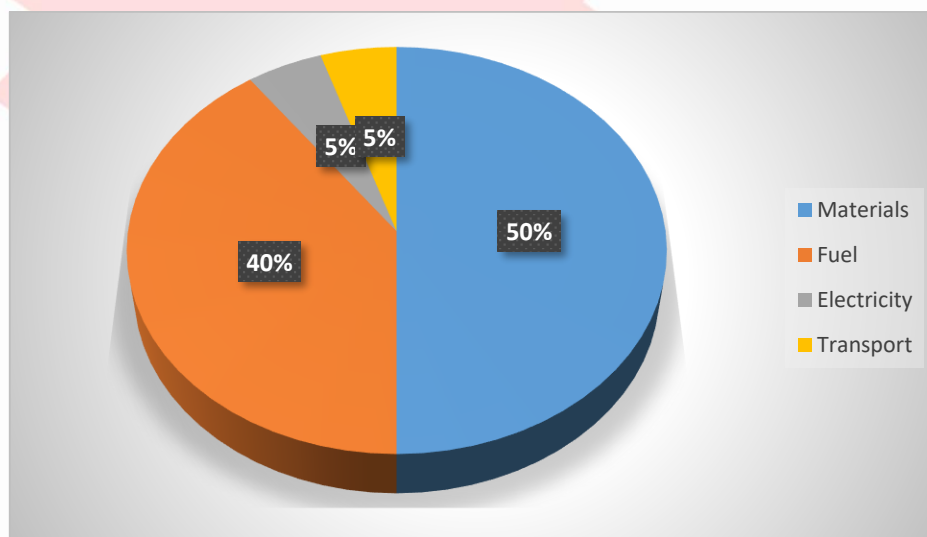
2-jadval Muqobil yoqilg'i manbalari uchun ishlatiladigan chiqindilar va ularning energiya tarkibi.

| Chiqindilar | Energiya (MJ/kg) |
|---------------------------------------|------------------|
| Ishlatilgan shina | 23.03 |
| Po'choq | 19.93 |
| Sanoat plastmassasi | 18.21 |
| Neft chiqindisi | 14.65 |
| Qog'oz qoldig'i | 14.23 |
| Ifloslangan chiqindilar | 14.23 |
| Chiqindidan olingan yoqilg'i chiqindi | 11.72 |
| Kanalizatsiya chiqindisi | 8.37 |

Klinkerni shakllantiruvchi pechda eng ko'p yoqilg'i sarflanishi va eng katta miqdorda CO₂ hosil bo'lishi 1 - rasmda ko'rsatilgan [10].

An'anaviy qazib olinadigan yoqilg'ilar o'rniga yuqori vodorod-uglerod (H/C) nisbati bo'lgan past uglerodli yoqilg'idan foydalanish jarayonda CO₂ emissiyasini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin. Muqobil yoqilg'idan foydalanish pechning o'tga chidamlilik muddatini yaxshilashi, isitish minorasidagi bosimni va CO₂ emissiyasini kamaytiradi [4].

Sement zavodida har xil turdagi muqobil yoqilg'idan foydalanish mumkin, bunda utilizatsiya uchun mos uskunarlar o'rnatilgan. Sement zavodlarida muqobil yoqilg'idan foydalanish ham chiqindixona chiqindilarini kamaytiradi [5]. Ushbu muqobil yoqilg'i manbalari haqida biroz ma'lumot berib o'tamiz.



1 – rasm. Sement ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan CO₂ emissiyasi.

Chiqindilardan olingan yoqilg'i (CHOY). Qattiq maishiy chiqindilarni (QMCH) qayta ishlash mahsuloti bo'lib, odatda "chiqindi yoqilg'isi" (CHOY) deb nomlanadi va ko'plab Evropa mamlakatlarida keng tarqalgan muqobil yoqilg'i hisoblanadi. Italiya, Belgiya, Daniya va Gollandiya kamida bitta sement pechini qayta ishlaydigan CHOYga ega davlatlar qatoriga

kiradi. QMCH sement o'choqlariga kiritilgunga qadar, u yerdan aylanuvchan va inert, ba'zan esa nam fraksiyalarni olib tashlash uchun saralanishi kerak. Qolgan materiallar asl QMCH og'irligining taxminan 20-50% ni tashkil qiladi, to'g'ridan-to'g'ri yondirilishi yoki granulalanishi mumkin. Sement ishlab chiqarishda qo'shimcha yoqilg'i sifatida CHOYdan foydalanish yoqilg'i xarajatlarini va chiqindixonalarni utilizatsiya qilishni minimallashtirishning iqtisodiy jihatdan foydali variantidir. YCHdan foydalanishning iqtisodiyotga ta'siri kapital, ko'mir va poligon narxiga qarab o'zgaradi [9,11-12].

CHOYsining CO₂ emissiyasi va kul qoldiqlarini minimallashtirish, ko'proq bir xil yoqilg'i ishlab chiqarish, yuqori kaloriya qiymati va past namlik miqdori kabi ko'plab afzalliklari mavjud. Ma'lum qilinishicha, ko'mirni CHOY bilan almashtirish orqali sof uglerod miqdorini qoplash uchun suv miqdori 15% dan kam bo'lishi kerak va bu holda emissiyaning aniq qisqarishi 0,4 tonna CO₂ / tonna ko'mirga teng [13]. Sement o'choqlari tomonidan CHOY foydalanishda xlor tarkibi aniq o'lchanadi, chunki xlor sement tarkibini zaiflashtiradi va temir-beton konstruktsiyalarda po'lat armaturalarning korroziya xavfini oshiradi. Plastmassa chiqindilari kabi yuqori miqdorda xloridga ega bo'lgan muqobil yoqilg'ilar cheklangan miqdorda ishlatilishi kerak va yoqilg'i aralashmasini optimallashtirish pech va sement sifati uchun yetarli issiqlik qiymati nuqtai nazaridan juda muhimdir [14,15].

Shinalardan olingan yoqilg'i (SHOY). Shinalar sement sanoatida yoqish jarayonida ishlatiladigan muqobil yoqilg'ining eng istiqbolli yoqilg'ilaridan biridir. Sement o'choqidagi yuqori harorat foydalanish muddati tugagan shinalarni to'liq yo'q qilishni ta'minlaydi. Bundan tashqari, shinalar yuqori energiya miqdori (30 MJ / kg dan yuqori), materiallarning past darajadagi diversifikatsiyasi va past namlik darajasi tufayli eng kuchli muqobil yoqilg'ilardan biridir. Sement ishlab chiqarish jarayonlarida shinalardan foydalanishning texnik, ekologik va iqtisodiy maqsadga muvofiqligi so'nggi yillarda tahlil qilindi [15, 17]. Shunday qilib, ko'mir yoki koksning talab qilinadigan miqdori kamayadi va shuning uchun ulardan foydalanish bilan bog'liq xarajatlar ham kamayadi.

Portland sement ishlab chiqarish jarayonida qo'shimcha yoqilg'i sifatida bo'laklangan shinalardan foydalanishning ekologik foydalari ko'p. Butun shinalar sement pechlarida yondirilganda, rezina shinani mustahkamlovchi simli to'r ishlab chiqarish jarayonida zarur bo'lgan temirning bir qismini yoki barchasini almashtirib, klinkerning tarkibiy qismiga aylantiriladi. Shinalarda sement sifatiga zarar yetkazuvchi komponentlar mavjud emasligi va mahsulot sifatini tekshirish bo'yicha ko'p yillik tajriba isbotlanganidek, shinalarni oziqlantirish natijasida sement sifati o'zgarmaydi. Shina va po'latning yonish qoldiqlari tayyor sementda topilmaydi [13]. Olingugurt dioksidi, azot oksidi, umumiy uglevodorodlar, uglerod oksidi va metallar uchun SHOY bo'lmagan kuydiriladigan pechlar bilan shinalardan olingan yoqilg'i o'rtasidagi emissiya ma'lumotlar to'plamidagi farqlarning hech biri statistik SHOYni yoqish sement pechlaridan chiqadigan turli ifloslantiruvchi moddalarning chiqindilarini

kamaytiradi yoki sezilarli darajada ta'sir qilmaydi. Shinalar to'g'ridan-to'g'ri o'choqqa kiritilganda ba'zi cheklovlarga ega, chunki kulda qoladigan ko'p miqdordagi Zn sement tarkibini keskin o'zgartirishi mumkin. Ushbu muammoning oldini olish uchun o'choq yoqilg'isini 30% dan kam almashtirish nisbati tavsiya etiladi. SHOY Evropada sement sanoatida eng ko'p qo'llaniladigan muqobil yoqilg'ilardan biri bo'lib, Evropa Ittifoqi bo'ylab 10 mamlakatda muntazam ravishda qo'llaniladi. Finlyandiya, Luksemburg va Portugaliyada SHOY sement pechlarida qo'llaniladigan yagona muqobil yoqilg'i hisoblanadi.

Qattiq maishiy chiqindilar (QMCH). QMCHlardan yoqilg'i sifatida ishlab chiqarishda foydalanish ayniqsa Evropada ortib bormoqda va QMCH sement sanoatida keng tarqalgan muqobil yoqilg'isiga aylandi. Biroq, ko'pchilik sement zavodlari chiqindilarning sifati va atrof-muhitga xavf tug'dirishi mumkin bo'lgan tarkibiy qismlar mavjudligi sababli to'g'ridan-to'g'ri ajratilmagan QMCHni yoqmaydi. Buning o'rniga ular yuqorida aytib o'tilganlar kabi CHOYlardan foydalanadilar. QMCHdan olingan CHOYlar manbalariga, ayniqsa kul, xlor, oltingugurt va suv tarkibiga qarab turli xil fizik va kimyoviy xususiyatlarga ega. CHOYlar o'rtasida sezilarli farqlar mavjud va ma'lum fizik va kimyoviy xususiyatlar CHOY to'g'ridan-to'g'ri kiritilgan hollarda pechning yonish jarayonida qiyinchiliklarga olib kelishi mumkin [4, 8, 10, 17].

Muqobil yoqilg'ini sement zavodlarida yoqilg'i sifatida ishlatish orqali quyida afzalliklarga erishish imkoni mavjud.

Ekologik afzaliklar. Sement sanoati tomonidan chiqindilardan muqobil yoqilg'i sifatida foydalanish bo'yicha bir necha yillik tajriba shuni ko'rsatdiki, ularni qo'llash ham iqtisodiy, ham ekologik nuqtai nazardan oqlanadi. Birinchidan, sement pechlarida muqobil yoqilg'idan foydalanish atrof-muhitni muhofaza qilish, shu bilan birgalikda asosiy energiya manbalari tejash, chiqindilarni utilizatsiya qilish muammosining ham yechimi ham bo'la oladi. Chiqindilardan ishlab chiqarilgan muqobil yoqilg'idan foydalanish chiqindilar miqdorini 50% gacha kamaytirish imkonini beradi. Chiqindilardan muqobil yoqilg'i manbalari sifatida foydalanmaslik esa yonilg'i quyish zavodlarida ham, chiqindilarni utilizatsiya qilish joylari ham atrof-muhitning tarkibiy qismlariga sezilarli salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Birlamchi energiya manbalarini olish – atrof-muhitga ham salbiy ta'sir ko'rsatishini unutmazlik kerak.

Texnologik afzalliklar. Pech ichidagi olov harorati 2000⁰ C, materialning harorati taxminan 1400⁰ C ni tashkil qiladi, bu kislorodga boy atmosferada 4-5 soniya turishi bilan birga har qanday qoldiqdagi organik tarkibiy qismlarning yo'q qilinishini ta'minlaydi. Yonish paytida hosil bo'lgan har qanday gazsimon kislotalarni xom-aSHOYning ishqoriy tabiati bilan zararsizlantirish va keyinchalik klinkerga kiritish imkoniyatini beradi. Pechdagi tutun gazlari va xom-aSHOYning o'zaro ta'siri, agar mavjud bo'lsa, yonmaydigan qismning kamayishini

ta'minlaydi. To'liq hayot sikli konsepsiyasiga ko'ra, u maxsus yoqish pechlaridan yoki boshqa usullardan ustundir. Ko'plab ijtimoiy imtiyozlar mavjud, masalan, qishloq joylarida amalga oshirish, hududning umumiy rivojlanishiga va aholi bandligiga yordam beradi. Bundan tashqari, bu mintaqaning iqtisodiy jihatdan qoloq aholisiga qo'shimcha daromad keltiradi va qishloqlarning o'sishiga va ularning iqtisodiy ahvolini yaxshilashga yordam beradi.

Iqtisodiy afzalliklari: Sement sanoati tomonidan muqobil yoqilg'idan foydalanish klinker ishlab chiqarishning energiya sarflaydigan jarayoni bilan bog'liq. Bir tonna sement ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan energiya o'rtacha 3,3 GJ ni tashkil qiladi, bu taxminan 120 kg ko'mirga to'g'ri keladi. Energiya xarajatlari sement ishlab chiqarish umumiy xarajatlarining taxminan 30-40% ni tashkil qiladi. Shu sababli, muqobil yoqilg'ilarni qo'llash ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga imkon beradi. Sement zavodlarida chiqindidan ishlab chiqariladigan yoqilg'idan foydalanish nafaqat sanoat, balki jamiyat uchun ham moliyaviy foyda keltiradi. Bunday chiqindilarni boshqarish tufayli, kamroq miqdordagi chiqindilar yoqib yuboriladigan zavodlarga tashlanadi yoki yo'naltiriladi. Bu yangi utilizatsiya maydonchalari sonining qisqarishiga, mavjud maydonlarni kengaytirishning cheklanishiga olib keladi va yoqish zavodlarini qurish zaruratining oldini oladi.

Xulosa qilib aytganda, sement zavodlari tomonidan chiqindilardan muqobil yoqilg'i sifatida foydalanish ham ekologik, ham iqtisodiy jihatdan o'zini oqlaydi. Muqobil yoqilg'idan foydalanish sement ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga yordam beradi. Muqobil yoqilg'ilarni qazib olinadigan yoqilg'ilarga almashtirish energiya xarajatlarini kamaytirishga yordam beradi, bu energiya manbasidan foydalanadigan sement zavodi uchun raqobatdosh ustunlikni ta'minlaydi. Bundan tashqari, kamroq chiqindilarni tashlash yoki yoqish kerak bo'ladi, bu esa kamroq chiqindilarni tashlash joylarini anglatadi. Shuning uchun sement zavodlari tomonidan chiqindilardan olingan muqobil yoqilg'idan foydalanish ham atrof-muhit uchun foydali bo'ladi. Yuqori harorat, gaz oqimining yuqori tezligi va uzoq zarrachalarni saqlash muddati kabi aylanma pechlardagi sharoitlar muqobil yoqilg'idan foydalanish ekologik xavfsiz ekanligini kafolatlaydi. Sement sanoatida birgalikda qayta ishlangan chiqindilardan energiya va materiallarni qayta ishlashning optimal usuli hisoblanadi. Bu qat'iy nazorat ostida bo'lgan sharoitlarda qayta tiklanmaydigan resurslarni ijtimoiy chiqindilar bilan almashtirish orqali jamiyat, atrof-muhit va sement sanoati uchun xavfsiz va ishonchli yechim taklif qiladi. Yoqilg'i sifatida foydalanish uchun kerakli chiqindilar har bir davlatning chiqindini qayta ishlash siyosati asosida tanlandi. Yoqilg'i sifatida ishlatiladigan chiqindilarning narxi qazib olinadigan yoqilg'i narxidan oshmaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Madloola N.A., Saidura R., Hossaina M.S., Rahim N.A., (2011) A critical review on energy use and savings in the cement industries, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15 2042–2060
2. Singhi MK, Bhargava R. (2010). Sustainable Indian cement industry. In: Workshop on International comparison of Industrial Energy efficiency.

3. Mokrzycki E., Uliasz- Bochenczyk A. (2003) Alternative fuels for the cement industry, *Applied Energy* 74 95–100.
4. Grosse-Daldrup, H. Scheubel, B., (1996). Alternative Fuels and Their Impact on the Refractory Linings. Refra technik Report, No. 45.
5. Benhelal E, Gholamreza Z, Shamsaei E, Bahadori A, (2013) Global strategies and potentials to curb CO₂ emissions in cement Industry, *Journal of Cleaner Production* 51 142-161
6. Schneider M., Romer M., Tschudin M., Bolio H. (2011), Sustainable cement production, present and future, *Cement and Concrete Research* 41 642–650
7. Wirthwein R., Emberger B.,(2010) Burners for alternative fuels utilisation: optimization of kiln firing systems for advanced alternative fuel co-firing, *Cement International* 8 (4) 42–46.
8. Karstensen, K.H. (2007) A Literature Review on Co-processing of Alternative Fuels and Raw Materials and Hazardous Wastes in Cement Kilns. <http://www.environment.gov.za/hotissues/2008/cementproduction/cement.html>.
9. Daniel Leo Summerbell (2017) Environmental Performance Improvement in the Cement Industry. PhD thesis, University of Cambridge
10. Avami A, Sattari S. (2007) Energy conservation opportunities: cement industry in Iran. *International Journal of Energy*, 1(3):65–71.
11. Junior LM. (2003). Sustainable development and the cement and concrete industries. PhD thesis, Universite de Sherbrooke.
12. Nakajima Y, Matsuyuki M., (1981) Utilization of waste tires as fuel for cement production, *Conservation & Recycling* 4 (3) 145–151.
13. Murray A., Price L. (2008) Use of Alternative Fuels in Cement Manufacture: Analysis of Fuel Characteristics and Feasibility for Use in the Chinese Cement Sector, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory Report No: LBNL-525E.
14. MVW, Session 5-Quality Management (2010), in: Workshop Alternative Fuels for the Cement Industry in Turkey, Lechtenberg and Partner, Turkey, Ankara.
15. Gendebien A., Leavens A., Blackmore K., Godley A., Lewin K., Whiting K.J., Davis R., Giegrich J., Fehrenbach H., Gromke U., del Bufalo N., Hogg D. (2003), Refuse Derived Fuel, current practice and perspectives (B43040/2000/306517/MAR/E3), Final Report, European Commission – DG Environment
16. Aranda Uson A, Ferreira G, Zabalza Bribian I, Zambrana Vasquez D. (2012) Study of the environmental performance of end-of-life tire recycling through a simplified mathematical approach. *Thermal Science*, 16:889–99.
17. Pipilikaki P, Katsioti M, Papageorgiou D, Fragoulis D. (2005), Use of tire derived fuel in clinker burning. *Cement and Concrete Composites* 27:843–7.