



Issiqlik elektr stansiyalarida suvni ekologik tayyorlash texnologiyasi

Muhabbat A. Asretdinova¹, Lobar J. Asretdinova^{1, a}, Ma'mura J. Abdumannopova^{1, b}

¹⁾ katta o'qituvchi., Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 100095, O'zbekiston; mukhabbat.akilova@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-9976-1656>

^{1a)} katta o'qituvchi., Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 100095, O'zbekiston l.asretdinova@polito.uz <https://orcid.org/0009-0006-8972-7725>

^{1b)} kichik ilmiy hodim., Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti, Toshkent, 100095, O'zbekiston asretdinovamamura@gmail.com <https://orcid.org/0009-0000-8605-5798>

Dolzarbli: hozirgi kunda muammolarning globalashuvi insondan o'zgacha fikrlashni talab qilmoqda. IEMlarning ish faoliyatining puxta va tejamliligi ko'p jihatdan qozon qurmali va issiqlik ta'minlash tizimini ta'minlovchi suvining sifatiga bog'liq bo'ladi. Suv havzalariga kimyoviy reagentlar tashlanishi ekologik muammolarni keskinlashtirmoqda.

Maqsad: issiqlik elektr stansiyalarida suvni tayyorlash jarayonlarining tannarxini kamaytirish, reagent va smola sarfini optimallashtirish, suv havzalariga tuzlar tashlanishini qisqartirishga qaratilgan "EKOTEX" LQB texnologiyasini tahlil qilish va joriy etish samaradorligini ko'rsatish.

Usullar: tadqiqot jarayonida termik tuzsizlantirish texnologiyalarini an'anaviy kimyoviy usullar bilan qiyosiy tahlil qilish, "EKOTEX" LQB qurilmalarining amaliy ekspluatatsiya natijalari va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini o'rganish usullari qo'llanildi.

Natijalar: "EKOTEX" LQB texnologiyasi kimyoviy tuzsizlantirishga nisbatan ekologik va iqtisodiy ustunliklarini isbotladi. Distillat tannarxi an'anaviy usulga nisbatan ikki baravar past, loyihaning o'zini oqlash muddati 2-3 yil.

Kalit so'zlar: issiqlik elektr stansiyasi, suvni ekologik tayyorlash, termik tuzsizlantirish, "EKOTEX" LQB, ekologik xavfsizlik.

Экологичные технологии очистки воды на тепловых электростанциях

Муhabbat A. Асретдинова¹, Лобар Дж. Асретдинова^{1, a}, Мамура Дж. Абдуманнопова^{1, b}

¹⁾ старший преподаватель, Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, 100095, Узбекистан; mukhabbat.akilova@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-9976-1656>

^{1a)} старший преподаватель, Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, 100095, Узбекистан; l.asretdinova@polito.uz <https://orcid.org/0009-0006-8972-7725>

^{1b)} младший научный сотрудник, Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, 100095, Узбекистан; asretdinovamamura@gmail.com <https://orcid.org/0009-0000-8605-5798>

Актуальность: в настоящее время глобальность экологических проблем требует от человека нового способа мышления. Надёжность и экономичность работы ТЭЦ во многом определяется качеством подпиточной воды. Сброс химических реагентов в водоёмы обостряет экологические проблемы.

Цель: снижение себестоимости водоподготовки на тепловых электростанциях, оптимизация расхода реагентов и смол, а также анализ эффективности внедрения технологии «ЭКOTEX» ИМВ.

Методы: сравнительный анализ термических и химических методов обессоливания, изучение практических результатов эксплуатации установок «ЭКOTEX» ИМВ.

Результаты: технология «ЭКOTEX» ИМВ подтвердила экологические и экономические преимущества. Себестоимость дистиллята вдвое ниже по сравнению с традиционными методами, срок окупаемости проекта — 2–3 года.

Ключевые слова: тепловая электростанция, экологическая водоподготовка, термическое обессоливание, «ЭКOTEX» ИМВ, экологическая безопасность.

Ecological water treatment technology in thermal power plants

Muhabbat A. Asretdinova¹, Lobar J. Asretdinova^{1, a}, Ma'mura J. Abdumannopova^{1, b}

¹⁾ Senior Lecturer, Tashkent State Technical University, Tashkent, 100095, Uzbekistan; mukhabbat.akilova@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-9976-1656>

^{1a)} PhD, Senior Lecturer, Tashkent State Technical University, Tashkent, 100095, Uzbekistan l.asretdinova@polito.uz <https://orcid.org/0009-0006-8972-7725>

^{1b)} PhD, Junior Researcher, Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan, Tashkent, 100095, Uzbekistan asretdinovamamura@gmail.com <https://orcid.org/0009-0000-8605-5798>

Relevance: the globalization of environmental problems requires new ways of thinking. The reliability and efficiency of CHP plants largely depend on the quality of feed water. The discharge of chemical reagents into water bodies is intensifying ecological problems.

For citation: Asretdinova M.A., Asretdinova L.J., Abdumannopova M.J. Ecological water treatment technology in thermal power plants. Scientific and technical journal of Problems of Energy and Sources Saving, 2026, no. 2, pp. 187-191.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21205961>

Received: 14.12.2025

Revised: 15.02.2026

Accepted: 13.06.2026

Published: 26.06.2026

Copyright: © Muhabbat A. Asretdinova, Lobar J. Asretdinova, Ma'mura J. Abdumannopova, 2026. Submitted to Problems of Energy and Sources Saving for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Aim: to reduce water treatment costs at thermal power plants, optimize reagent and resin consumption, and demonstrate the effectiveness of the “EKOTEX” IBE technology implementation.

Methods: comparative analysis of thermal and chemical desalination technologies, study of practical operation results and technical-economic indicators of “EKOTEX” IBE units.

Results: “EKOTEX” IBE technology confirmed ecological and economic advantages over chemical desalination. The distillate cost is twice lower than conventional methods, with a project payback period of 2-3 years.

Keywords: thermal power plant, water treatment, thermal desalination, “EKOTEX” IBE, ecological safety.

1. Kirish (Introduction)

O‘zbekistondagi issiqlik elektr stansiyalari (IES) va markazlari (IEM) issiqlik va elektr energiyasining asosiy ishlab chiqaruvchilari hisoblanadi. Ular, shuningdek, bug‘ va suv yo‘qotishlarini qoplash va IESlarda texnologik jarayonlarni amalga oshirish uchun zarur bo‘lgan tuzsizlantirilgan suvning eng yirik ishlab chiqaruvchilari (yiliga 20 million litrdan ortiq m³).

Hozirgi vaqtda issiqlik elektr stansiyalarida energiya ishlab chiqarish jarayonining barqarorligi va iqtisodiy samarali ishlashi ko‘p jihatdan qozon agregatlari hamda issiqlik ta‘minoti tizimlari uchun mo‘ljallangan qo‘shimcha suv (podpitka) sifatiga bog‘liqdir. Qozon va issiqlik almashinish uskunalari rining uzoq muddat samarali ishlashi, shuningdek, ularning korroziyaga va cho‘kindi hosil bo‘lishiga qarshi himoyasi, asosan, tuzsizlantirish texnologiyalarining samaradorligi bilan belgilanadi.

Amaliyotda issiqlik elektr stansiyalarida tuzsizlantirilgan suv ishlab chiqarish, asosan, kimyoviy usullar asosida amalga oshiriladi. Ushbu usullar sezilarli ishlab chiqarish xarajatlari bilan tavsiflanib, katta miqdorda kimyoviy reagentlar va ion-almashinuvchi smolalar sarflanishini talab etadi. Reagentlar va smolalar regeneratsiya jarayonlaridan so‘ng hosil bo‘ladigan ishlatilgan eritmalar tarkibida suv havzalariga tashlanishi natijasida suv resurslariga salbiy ekologik ta‘sir ko‘rsatadi [1-3].

Xususan, kimyoviy tuzsizlantirish jarayonida suv tarkibidan 1 kg tuzni ajratib olish uchun 2-3 kg gacha kimyoviy reagentlar sarflanadi. Natijada suv havzalariga ajratib olingan tuz miqdoriga nisbatan uch-to‘rt baravar ko‘p miqdorda tuzlar tashlanadi. Bu holat suv obyektlarining minerallasuv darajasining keskin oshishiga, ularning tabiiy o‘z-o‘zini tiklash qobiliyatining pasayishiga hamda ekologik degradatsiyaga olib keladi.

Shu munosabat bilan energetika tizimi uchun tuzsizlantirilgan suv tayyorlash jarayonlarining tannarxini kamaytirish, reagent va smola sarfini optimallashtirish, shuningdek, suv havzalariga tuzlar tashlanishini qisqartirishga qaratilgan ilmiy-texnik yechimlarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biri hisoblanadi.

2. Materiallar va usullar (Methods and materials)

Zamonaviy termik tuzsizlantirish sohasidagi yangi patentlangan yechimlar asosida ishlab chiqilgan “EKOTEX” lahzali qaynash bug‘latgichlari (LQB) suv tayyorlash jarayonlarining samaradorligini oshirish va atrof-muhitga salbiy ta‘sirni sezilarli darajada kamaytirish imkonini beradi. Mazkur uskunalar o‘zining ixchamligi va yuqori issiqlik tejamlorligi bilan avvalgi avlod bug‘latgichlaridan tubdan farq qiladi.

Quvvati soatiga 50 tonna bo‘lgan “EKOTEX” LQB qurilmasi har birining o‘lchami 6×5×1,4 metr (balandligi, uzunligi, kengligi) bo‘lgan ikkita to‘g‘ri burchakli korpusdan iborat. Qurilma yuqori sifatli tuzsizlantirilgan suv olishni ta‘minlaydi, uning sifat ko‘rsatkichlari quyidagicha: Na⁺ ionlari: 3...15 mkg/kg; SiO₃⁻² ionlari: 2...15 mkg/kg; Umumiy qattqlik: 0,2...0,8 mkg-ekv/kg; Elektr o‘tkazuvchanlik: 0,3...0,8 mkSm/sm [1].

“EKOTEX” LQB qurilmalarida yuqori darajada tozalangan suv olish jarayoni suvning adiabatik qaynashi hisobiga bug‘ hosil qilishga asoslangan. Ushbu jarayon past haroratlarda (35...100 °C) va erkin hajmda amalga oshiriladi, bu esa soddalashtirilgan ishlov berish bosqichidan o‘tgan suvdan foydalanish imkonini beradi.

Tiniqlashtirilgan suvga oz miqdorda (dozasi 3 mg/l dan oshmaydigan), cho‘kma hosil bo‘lish jarayonlarini ingibitsiya qiluvchi va temir-oksidli qatlamlar intensivligini keskin pasaytiruvchi reagentlar qo‘shiladi. Qo‘llaniladigan reagentlar (asosan polimer organik fosfonatlar, kompleksonlar: IOMS, OEDF-Zn, NTF-Zn, PAF-13) kristallanish markazlarini bloklash orqali cho‘kmalarning shakllanishi va o‘shishini oldini olish tamoyili asosida ishlaydi [2].

Texnologiyaning asosiy parametrlari: issiqlik manbai sifatida bosimi 1,2 atm dan past bo‘lgan ikkilamchi past potentsialli bug‘dan foydalanish; past haroratli sharoitda erkin hajmda bug‘ hosil qilish (vakuumli bug‘lanish); bug‘lanish kameralarining kichik balandligida (0,4...0,7 m) bug‘ namligini 2×10^{-5} – 5×10^{-6} kg/kg darajasigacha ta‘minlash.

3. Natijalar (Results)

RAO “YeES Rossii”ning turli energotizimlariga mansub issiqlik elektr stansiyalarida, turli

kimyoviy tarkibli suv manbalarida, shuningdek sanoat korxonalarida LQB “EKOTEX” texnologiyasiga asoslangan oʻnta suv tayyorlash majmualarining besh yildan ortiq davom etgan muvaffaqiyatli ekspluatatsiya tajribasi mazkur texnologiyaning mavjud kimyoviy tuzsizlantirish usullariga nisbatan yuqori texnik-iqtisodiy samaradorligini hamda raqobatbardosh ustunliklarini tasdiqladi.

Birinchi yoʻnalish: avtonom koʻp bosqichli bugʻlatish qurilmalarining (KBQ) issiqlik samaradorligini oshirish. Ikki bugʻlatish qurilmasidan iborat kombinatsiyalangan texnologik zanjirni joriy etish natijasida KBQ da qizdiruvchi bugʻ sarfi deyarli oʻzgarmagan holda distillat ishlab chiqarish hajmini 100 t/soatdan 160 t/soatgacha oshirish imkoni yaratildi. Distillat ishlab chiqarish uchun yoqilgʻi sarfining kamayishi $\pm 5,5$ kg shartli yoqilgʻi/t ni tashkil etdi, bu esa yiliga 7040 t shartli yoqilgʻi tejallishiga teng.

IESda ikkinchi texnologik liniyada LQB “EKOTEX” qurilmasining ishga tushirilishi natijasida termik tuzsizlantiruvchi majmuaning umumiy unumdorligi ($2 \times \text{KBQ} + 2 \times \text{LQB}$) yozgi davrda 340 t/soat, qishki davrda esa 400 t/soatni tashkil etdi. Yillik yoqilgʻi tejallishi kamida 16 000 t shartli yoqilgʻini tashkil etadi.

Ikkinchi yoʻnalish: issiqlik tarmogʻini qoʻshimcha suv bilan taʼminlash sxemalarida “EKOTEX” LQB larini joriy etish. Har bir “EKOTEX” LQB issiqlik taʼminoti olishidan 12 t/soat miqdorida bugʻ isteʼmol qiladi, bu esa 50-55 t/soat distillat ishlab chiqarishga hamda 250-300 m³/soat issiqlik tarmogʻini qoʻshimcha suv bilan taʼminlash suvini qizdirishga sarflanadi. Yoqilgʻi tejamkorligi yiliga kamida 10 280 t shartli yoqilgʻi miqdorida taʼminlanadi.

1-jadval. LBQ va kombinatsiyalangan bugʻlatish qurilmalarining solishtirma texnik koʻrsatkichlari

Table 1. Comparative technical indicators of LBQ and combined evaporators

Uskunalar tarkibi	Bugʻlatish qurilmasi turi	
	KBQ -100	KBQ -100 + LQB «EKOTEX»
1. Ishlab chiqarish unumdorligi, t/soat	100	160
2. Qizdiruvchi bugʻ sarfi, t/soat	22	22
3. Solishtirma metall sigʻimi, t/t	2,4	1,9
4. Solishtirma bugʻlanish samaradorligi, t/t (1-band: 2-band)	4,54	7,27
5. Ortiqcha bugʻ miqdori, t/soat	12,8	0

Uchinchi yoʻnalish: minerallashuv darajasi yuqori boʻlgan xom suvda ishlovchi avtonom “EKOTEX” LQBlardan foydalanish. Oʻzbekiston sharoitida ochiq suv omborlari va kollektor-drenaj tizimlaridagi suvlarning nisbatan yuqori minerallashuv darajasi ularni anʼanaviy ion-almashinish yoki reagentli kimyoviy usullar orqali tayyorlashni iqtisodiy jihatdan samarasiz qiladi. “EKOTEX” LQB termik tuzsizlantirish texnologiyasini joriy etish ushbu muammoni kompleks tarzda hal etish imkonini beradi.

4. Munozara (Discussion)

Ushbu Amaliy natijalar shuni koʻrsatadiki, LQB “EKOTEX” qurilmasida olingan tuzsizlantirilgan suvning tannarxi anʼanaviy texnologiyalar asosida olingan suv tannarxiga nisbatan ikki martadan ortiq past boʻlib, kimyoviy reagentlar sarfini yuzlab marotaba kamaytirish imkonini beradi. Texnologiya mikroprotessor texnikasi va chastotali rostlanadigan yuritmalarga asoslangan zamonaviy taqsimlangan integratsiyalashgan avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi bilan jihozlangan.

Ekologik jihatdan tahlil qilganda: kimyoviy tuzsizlantirishning eng zamonaviy usullarida reagentlar sarfi stexiometrik miqdorga yaqin boʻlgan taqdirda ham, oqova suvlardagi tuz miqdori boshlangʻich suvga nisbatan 2 baravar yuqori boʻladi. “EKOTEX” LQB qurilmasida esa ushbu koʻrsatkich deyarli birlikka teng boʻlib, ekologik zararni minimallashtiradi.

Mazkur uskunaning eng zamonaviy xorijiy analoglari bilan taqqoslangan texnik-iqtisodiy koʻrsatkichlari uning yuqori raqobatbardoshligini va texnologik ustunligini yaqqol namoyon etadi. “LQB EKOTEX” texnologiyasini qoʻllash suv tayyorlash tizimini sezilarli darajada soddalashtirishga imkon beradi. Bu esa zamonaviy kimyoviy reagentlar, teskari osmos va anʼanaviy kimyoviy tuzsizlantirish texnologiyalariga nisbatan muhim iqtisodiy afzalliklarni taʼminlaydi.

Hisob-kitoblar shuni koʻrsatadiki, mahalliy sharoitlarda “EKOTEX” qurilmalarida ishlab chiqariladigan tuzsizlantirilgan suv tannarxi kimyo sexlarida reagentlar, ion-almashinish qatronlari va regeneratsiya jarayonlari hisobiga olinadigan suv tannarxiga nisbatan sezilarli darajada past boʻladi. Shu bilan birga, kimyoviy reagentlar isteʼmolining kamayishi va yuqori minerallashuvga ega oqava suvlarning tashlanish hajmining qisqarishi ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishda muhim omil boʻlib xizmat qiladi.



5. Xulosa (Conclusion)

1. “EKOTEX” LQB texnologiyasi issiqlik elektr stansiyalarida suvni ekologik tarzda tayyorlashning samarali usuli sifatida isbotlandi. Ekologik ko‘rsatkich — oqova suvlardagi tuz miqdori boshlang‘ich suvga nisbatan deyarli birlikka teng bo‘lib, an’anaviy kimyoviy usullarga nisbatan 2 baravar kam ekologik zarar keltiradi.

2. Kombinatsiyalangan texnologik zanjirni joriy etish natijasida KBQ da qizdiruvchi bug‘ sarfi deyarli o‘zgarmagan holda distillat ishlab chiqarish hajmi 100 t/soatdan 160 t/soatgacha oshdi. Yillik iqtisodiy samara: yoqilg‘i tejallishi — 7040 t shartli yoqilg‘i/yil, kislota va ishqor sarfi — ±965 t/yil ga kamaydi.

3. Uskunaning xizmat muddati kamida 20 yilni tashkil etadi, loyihaning o‘zini oqlash muddati esa 2-3 yilga teng. O‘zbekistonning suv resurslari cheklangan va iqlimi issiq bo‘lgan sharoitida “EKOTEX” LQB termik-tuzsizlantirish texnologiyasini issiqlik energetikasi obyektlarida joriy etish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo‘lib, suv ta’minoti barqarorligini oshirish, yoqilg‘i-energetika resurslaridan oqilona foydalanish hamda ekologik xavfsizlikni ta’minlashga xizmat qiladi.

ADABIYOT

1. Asretidinova M. New technologies of water treatment at heat power plants. //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – T. 216. – C. 01127.
2. А.С.Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков. Водоподготовка в энергетике. М., Издательство МЭИ, 2006. -156 с.
3. D.N. Mukhiddinov, N.A. Yunusova, M.A. Asretidinova, B. Sattorov. Analysis of Existing Methods for Softening Natural Waters // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. <http://www.ijarset.com/upload/2021/may/22-researchparks-49.PDF>.
4. В.И.Абрамов и др., «Повышение экологической безопасности ТЭС», М., изд. МЭИ. 2002. -169 с.
5. R.M. Yusupaliev. IESlarida suv tozalash texnologiyasi. T. ToshDTU. 2003. 115 b.
6. Shodmonova S.A. Issiqlik elektr stansiyasida suvni yumshatish va tuzsizlantirishning zamonaviy usullari. Modern Education and Development, 2025. – Compares ion-exchange, RO, EDI and hybrid systems for power plant feedwater preparation.
7. Rahama Mohammed, K.I. Imam, B.K. Abdalla, E.E. Hago. Reverse Osmosis Options for Water Supply to a Thermal Power Station. European Journal of Engineering and Technology Research, 2019. – Discusses RO desalination technologies for producing boiler-feed quality water.
8. Zhi Su, Hongyu Ma, Xiaowen Ding. Research on Key Technologies for Optimization of Water Systems and Efficient Utilization of Regenerated Water in Thermal Power Plants. Academic Journal of Science and Technology, 2023. – Covers optimization of water systems and reuse of regenerated water in thermal plants.
9. O.M. Obodovych et al. Wastewater Treatment of Thermal Power Plants (TPP). Thermophysics and Thermal Power Engineering, 2023. – Reviews technologies for wastewater treatment and environmental quality control.
10. Aybar H.S. Desalination system using waste heat of power plant, Desalination, 2004. – Uses waste heat from thermal power plants for desalination to save energy.
11. Mehdi Bakhtiarzadeh, Reza Effatnejad & Kambiz Rezapour. Efficient Passive Solar Desalination Using Cooling Tower Integration and Thermal Insulation. Scientific Reports, 2025. – Examines passive solar thermal systems integrated with cooling towers for desalination.
12. R.M. Yusupaliyev, Sh.K. Maxkamdjanova, N.A. Musashayxova. Suv tayyorlash texnologiyasi va kimyoviy nazorat. Tiame library resource, 2013. – Manual covering feedwater treatment and chemical control techniques for power plants.

REFERENCES

1. Asretidinova M. New technologies of water treatment at heat power plants. //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – T. 216. – C. 01127.
2. A.S. Kopylov, V.M. Lavygin, V.F. Ochkov. Water Treatment in Power Engineering. Moscow, MEI Publishing House, 2006. 156 p. (In Russian).
3. D.N. Mukhiddinov, N.A. Yunusova, M.A. Asretidinova, B. Sattorov Analysis of Existing Methods for Softening Natural Waters // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. <http://www.ijarset.com/upload/2021/may/22-researchparks-49.PDF>.
4. V.I. Abramov et al., "Improving the Environmental Safety of Thermal Power Plants", Moscow, MEI Publishing. 2002. 169 p. (In Russian).
5. R.M. Yusupaliev. Water Treatment Technology at Thermal Power Plants. Tashkent, TashSTU. 2003.

115 p. (In Uzbek).

6. Shodmonova S.A. Modern methods of water softening and desalination at a thermal power plant. *Modern Education and Development*, 2025. – Compares ion-exchange, RO, EDI and hybrid systems for power plant feedwater preparation.
7. Rahama Mohammed, K.I. Imam, B.K. Abdalla, E.E. Hago. Reverse Osmosis Options for Water Supply to a Thermal Power Station. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 2019. – Discusses RO desalination technologies for producing boiler-feed quality water.
8. Zhi Su, Hongyu Ma, Xiaowen Ding. Research on Key Technologies for Optimization of Water Systems and Efficient Utilization of Regenerated Water in Thermal Power Plants. *Academic Journal of Science and Technology*, 2023. – Covers optimization of water systems and reuse of regenerated water in thermal plants.
9. O.M. Obodovych et al. Wastewater Treatment of Thermal Power Plants (TPP). *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, 2023. – Reviews technologies for wastewater treatment and environmental quality control.
10. Aybar H.S. Desalination system using waste heat of power plant, *Desalination*, 2004. – Uses waste heat from thermal power plants for desalination to save energy.
11. Mehdi Bakhtiarzadeh, Reza Effatnejad & Kambiz Rezapour. Efficient Passive Solar Desalination Using Cooling Tower Integration and Thermal Insulation. *Scientific Reports*, 2025. – Examines passive solar thermal systems integrated with cooling towers for desalination.
12. R.M. Yusupaliyev, Sh.K. Maxkamdjanova, N.A. Musashayxova. Water treatment technology and chemical control. *Tiiame library resource*, 2013. – Manual covering feedwater treatment and chemical control techniques for power plants.