

ІСТОРІЯ ТЕХНІКИ

УДК 929: 62-1/9

АЛЕКСАНДРОВ Олександр Володимирович

Державний університет інфраструктури та технологій
вул. Кирилівська, буд.9, м. Київ, Україна, 04071
e-mail: aleksandrov.o@ukr.net
https://orcid.org/0000-0003-1886-6331

ІЗ ІСТОРІЇ КОТЛОБУДУВАННЯ: ВНЕСОК ІНЖЕНЕРА В. Г. ШУХОВА В ЙОГО РОЗВИТОК

***Анотація.** У статті розглядається особистий внесок видатного інженера і вченого в області теплотехніки, почесного академіка В.Г.Шухова в розвиток котлобудування. Показано особливості раціональних конструкцій котлів В.Г. Шухова в порівнянні з котлами інших іноземних систем. Також розглянуті основні рішення проблеми проектування і конструювання котлів, що застосовувалися В.Г. Шуховим в кінці XIX – початку XX ст. Показано вплив ідей В.Г.Шухова на формування і розвиток вітчизняного котлобудування.*

***Ключові слова:** водотрубний котел; секційний горизонтальний водотрубний паровий котел системи «Бабкок і Вількокс»; секційний горизонтальний водотрубний паровий котел системи В.Г.Шухова; трубчастий паровий котел (з екранованої трубою); «котел Шухова-Берліна»*

Науково-технічна діяльність інженера-винахідника, почесного члена-кореспондента Академії наук СРСР, заслуженого діяча науки і техніки РРФР, Володимира Григоровича Шухова (1853–1939) вражає своєю широтою і багатогранністю. Він - автор багатьох винаходів у нафтовій, опалювально-котельній та будівельній техніці. Його наукові та інженерні роботи були спрямовані, головним чином, «на вирішення найважливіших практичних завдань» [7, с. 3] в галузі науки і техніки, насамперед у галузі котлобудування.

Наукова та практична діяльність В.Г.Шухова неодноразово була об'єктом вивчення (Г.Депп, О.Ішлінський, И.Конфедератов, Л.Лейбензон, А.Лопатто, Т.Мишко, Д.Ніколаєв, М.Стирикович, Г.Холодоковській, П.Худяков, В.Шретер, Р.Грефе, М.Гаппоева, О.Перчи, О.Шухова та ін.). Але вона залишається актуальною і для нинішнього часу, зокрема важливо здійснити порівняльний аналіз конструкцій котлів В.Г.Шухова з котлами іноземного виробництва.

Визначальну роль у житті В.Г.Шухова, у виборі його подальшої діяльності зіграла поїздка в США, і він вибирає практичну виробничу діяльність. У 1880 році А.В.Барі заснував в Москві приватну технічну



будівельну контору і котлобудівельний завод і запропонував В. Г. Шухову освіченому, порядному, молодому чоловікові з блискучими характеристиками, який вільно володів англійською, французькою, німецькою мовами, дві посади: головного інженера і головного конструктора. Він погоджується з пропозицією приватного підприємця А. В. Барі [6].

У другій половині 80-х років XIX ст. В. Г. Шухов керував у технічній будівельній конторі А. Барі монтажем і налагодженням водотрубних котлів зарубіжних фірм. В основному це були котли американської фірми «Бабкок-Вількокс», які користувалися особливою популярністю в царській Росії і за кордоном. Але під час налагодження водотрубних котлів американської фірми «Бабкок-Вількокс», В. Г. Шухов виявив їх суттєві недоліки, насамперед водотрубні американські котли були «важкі і незграбні». Дослідник ставить перед собою важливе завдання: створити трубчатий водотрубний котел власної конструкції.

Спираючись на ґрунтовні теоретичні знання в галузі теплотехніки, отримані в Московському вищому технічному училищі, В. Г. Шухов в основу проектування водотрубних котлів поклав суто наукові вимоги і зробив численні досліді з удосконалення американських водотрубних котлів фірми Бабкок-Вількокс і створив більш компактні, продуктивні і легкі агрегати горизонтального водотрубного парового котла власної конструкції, в основу якої був покладений «...аналіз і тонкий розрахунок... вибору найвигідніших розмірів і легкості конструкції, досконалості тепловіддачі, зручності обмурівки» [4, с. 411-418]. Заявку на отримання патенту на горизонтальний водотрубний котел (з екранованою топкою) В. Г. Шухов подав 29 червня 1890 р., патент видано лише 27 червня 1896 р. за № 15434 [2, с. 23].

Як підкреслили дослідники спадщини В. Шухова, «його неприйняття важких, незграбних форм, постійне прагнення робити конструкції лаконічніші, більш технологічні, зручніші в експлуатації проявилися і в галузі котлобудування» [12, с. 118]. Інженер В. Г. Шухов запропонував власний варіант горизонтального котла, у якому розташував пучки труб, набраних в шаховому порядку, під кутом до горизонту; велике число люків для очищення замінив двома люками збільшеного діаметру; передбачив зміну поверхні нагрівання за рахунок довжини труб або паралельної установки додаткових барабанів з однаковими по довжині трубами [12, с. 118]. Тобто, зроблені В. Г. Шуховим водотрубні котли вирізняються великою ретельністю опрацювання: конструкторські рішення супроводжувалися теоретичним розглядом завдань, математичними розрахунками, втіленими в практику. У результаті цього шуховські водотрубні котли поступово витісняють з ринку царської Росії зарубіжні

котли американської фірми «Бабкок-Вількокс». Уже з 1891 р. фірма А. Барі відмовилася від монтажу американських котлів [12, с. 118].

Як підкреслив Г. Е. Ходаковський, конструкцією котла системи В. Г. Шухова було вирішене завдання «типізації окремих елементів і уніфікації розмірів ... високі економічні показники котлів Шухова» [9, с. 146]. Ці котли посіли міцне місце в промисловій енергетиці Росії, це була одна із головних причин від відмови монтажу американських котлів фірми «Бабкок-Вількокс».

Необхідно відзначити, що екрани відразу не отримали широкого застосування, бо економічність котлів Шухова і без того уявлялася досить великою. Однак винахідник не міг зупинитися на досягнутому етапі; і шість разів він особисто і через своїх повірених звертався за видачою йому патенту на цей винахід, прекрасно уявляючи собі його значення. Лише через 25 років поява перших екранів у потужних американських водотрубних котлах рекламувалася як «остання американська новинка» [5, с. 56]. В. Г. Шухов, як зазначив І. Я. Конфедератов, уперше запропонував топкові екрани в 1890 році [3, с. 239].

Патентовані горизонтальні водотрубні котли системи В. Г. Шухова вирізнялися «міцністю і доцільністю конструкції, швидкою, енергійною циркуляцією, легкістю ваги окремих частин і зручністю чищення» [2, с.76]. Котли В. Г. Шухова можна було легко оглянути, з них було зручно видаляти накип, оскільки він осідає в котлі, а не в трубках, тому є можливість виготовляти котли з тонкими стінками, «тому що нижня частина котла, де знаходяться накип, дуже мало обігрівается» [10, с. 84]. Американський котел з циліндричної топкою фірми «Бабкок і Вількокс» як зазначив П. К. Худяков, мав суттєвий недолік, і очищення топки було пов'язано з великими труднощами, «бо труби були близько розташовані одна до одної» [10, с. 89].

Слід зауважити, що горизонтальні водотрубні котли В. Г. Шухова мали ряд і інших суттєвих переваг перед котлами американської фірми «Бабкок і Вількокс», а саме: була розв'язане основне завдання – циркуляція води, яка цілком залежить від паропроодуктивності; друге важливе завдання – раціональне використання поверхні нагрівання труби водотрубного котла; оригінальність конструкції котла дає можливість застосовувати в усіх елементах циліндричні форми; у котлах Шухова відсутні плоскі стінки великій поверхні і розпірні з'єднання, внаслідок чого досягається виняткова міцність і безпека котлів від вибухів; котли Шухова складаються з окремих роз'ємних частин, найважча з яких не перевищує 70 пудів, установка і перевезення їх надзвичайно зручні; експлуатація котла має величезну перевагу, так як при чищенні, відкриваючи лаз, отримує одночасно доступ до 28 труб трубчатки; лаз внутрішній, отже

тиск в котлі притискає його до свого сидла і прокладкою, азбестографітовою або з трарміта, досягається повна герметичність закриття лазу; випаровування залежить від відповідної тяги, топки, палива і догляду; економічність – від уміння використовувати паливо, від стану кладки і ступінь забруднення котла [10, с.76–81].

Г. Ф. Депп також зазначив низку переваг водотрубного котла системи В. Г. Шухова перед котлами «Бабкок і Вількокс»:

1) застосування циліндричних колекторів, не потребують скріплення і виготовляються з порівняно тонких листів металу, за рахунок чого зменшуються витрати металу і її собівартість;

2) значно зменшується число з'єднань, оскільки в колекторі є тільки один лаз замість великого числа люків;

3) можливість збільшення поверхні нагрівання додаванням нових пар головок, які легко приєднуються до існуючих;

4) зручність виробництва котлів, бо кожен котел, якої б він не був величини, складається з цілком однакових за розмірами елементів, що становлять предмет масового серійного виробництва;

5) дешевизна виготовлення цих елементів;

6) перехід пари з головок в парозбірник більш вільний, ніж у багатьох інших системах котлів;

7) зручності збирання і розбирання [1, с. 51].

Конструкція котлів системи В. Шухова стала першою в світовій техніці конструкцією котлів, свідомо пристосованою для можливості масового їх виготовлення, що було досягнуто «шляхом нормалізації розмірів всіх елементів котла (парозбірників, головок, пучків труб, грязьовиків і сухопарників), із яких шляхом відповідного їх угруповання могли збиратися котли різної потужності, з поверхнею нагріву від 62,5 до 310 м² [11, с. 183].

Горизонтально-водотрубні котли системи В. Шухова будувалися аж до 1936 р., а згодом конструкція котла Шухова була модернізована московським заводом «Парастрой» і отримала назву «котел Шухова-Берліна» з поперечним барабаном і шаховому однорідному розташування секцій. Питома витрата металу для цих котлів були знижені до 1,5 кг/кг пари. Нові модифіковані котли випускалися протягом ряду років і збереглися в експлуатації до теперішнього часу. Однак в цілому вони виявилися менш вдалимими, ніж оригінальні котли В. Шухова, оскільки коефіцієнт корисної дії їх знизився, габарити котлів зросли, а можливість блокового зварювання зменшилася [8, с. 80].

Також слід зауважити, що завдяки оригінальній, досконалій і надійній конструкції горизонтальний паровий котел В. Г. Шухова, котрий був поставлений на початку 1890-х років в одному з цехів Істинського

металургійного заводу під Рязанню (філія Коломенського заводу), перебував в експлуатації до осені 1989 року [13, с. 92]

Висновки. Багаторічна плідна діяльність і праці, написані В. Г. Шуховим, стали видатними здобутками у порівнянні зі світовими досягненнями в області котлобудування початку ХХ століття. Паровий секційний водотрубний котел оригінальної конструкції системи В. Г. Шухова у тому числі трубчатий паровий котел з екранованою топкою, мав прогресивне значення в подальшому розвитку вітчизняного котлобудування насамперед через простоту в експлуатації і ремонті. Тому спадщина вченого залишила глибокий слід в галузі вітчизняного котлобудування.

Джерела та література

1. Делп Г. Ф. Паровые котлы Лекции, читанные в технологическом институте императора Николая I. С-ПЕТЕРБУРГ, 1908. Изд. 2., 719 с.
2. Ишлинский А. Ю. Изобретения и инженерные работы В. Г. Шухова / В кн.: Шухов В. Г. Избранные труды. Строительная механика. Москва, 1977. 193 с.
3. Конфедератов И. Я. Шухов, Владимир Григорьевич / Большая советская энциклопедия за ред. Б. А. Введенского. Т. 48. 1957. Изд. 2., 672 с.
4. Лейбензон Л. С. Владимир Григорьевич Шухов, (1853 – 1939). Люди русской науки. Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники. Техника. Москва, 1965. 784 с.
5. Лопатко А. Э. Почетный академик Владимир Григорьевич Шухов – выдающийся русский инженер. Москва, 1951. 125 с.
6. Мышко Т. Л. Фонтан идей инженера Шухова. *Энергия: экономика, техника, экология.* № 1. 2004. С. 32–39.
7. Николаев Д. С. Выдающийся советский ученый-инженер В. Г. Шухов (1853–1939). Москва, 1953. 7 с.
8. Стырикович М. А. Деятельность В. Г. Шухова в области теплотехники котлостроения. / В кн.: В. Г. Шухов – выдающийся инженер и ученый: Труды Объединенной научной сессии АН СССР, посвященной научному и инженерному творчеству почетного академика В. Г. Шухова. Москва, 1984. 96 с.
9. Ходоковский Г. Е. Котел паровой / Большая советская энциклопедия за ред. Б. А. Введенского. Т. 23. Москва, 1953. Изд. 2., 636 с.
10. Худяков П. К. Паровые котлы Шухова / Шухов В. Г. Избранные труды. Нефтепереработка. Теплотехника. М.: Наука, 1982. 104 с.
11. Шретер В. М. Паровые котлы. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. Москва-Ленинград, 1951. 405 с.
12. Шухов В. Г. (1853–1939). Искусство конструкции / Под ред. Р. Грефе, М. Гаппова, О. Перчи. Пер. с нем. Москва, 1995. 192 с.
13. Шухова Е. М. Владимир Григорьевич Шухов. Первый инженер России. Москва, 2003. 368 с.

Александров Алексей Владимирович

Государственный университет инфраструктуры и технологий
ул. Кирилловская, д.9, г. Киев, Украина, 04071

С истории котлостроения: вклад инженера В. Г. Шухова в развитие отрасли

Анотация. В статье рассматривается личный вклад выдающегося инженера и ученого в области теплотехники, почетного академика В. Г. Шухова в развитие котлостроения. Показаны особенности рациональных конструкций котлов В. Г. Шухова по сравнению с котлами других иностранных систем. Также рассмотрены основные проблемы проектирования и конструирования котлов, применявшиеся В. Г. Шуховым в конце XIX – начале XX века.

Показано влияние идей В. Г. Шухова на формирование и развитие отечественного котлостроения.

Ключевые слова: водотрубный котел; секционный горизонтальный водотрубный паровой котел системы «Бабкок и Вилькокс»; секционный горизонтальный водотрубный паровой котел системы В. Г. Шухова; трубчатый паровой котел (с экранированной трубкой); «котел Шухова-Берлина»

Aleksandrov Oleksiy

State University of Infrastructure and Technology
9, Kyrylivska St., Kyiv, Ukraine, 04071

From the history of boiler construction: the contribution of V.G. Shukhov in engineering development

Abstract. The article delivers the personal contribution of the outstanding engineer and scientist in the field of heat engineering, honorary academician V.G. Shukhov in development of boiler construction. The features of rational designs of V.G. Shukhov's boilers are shown in comparison with the boilers of other foreign systems. We also considered the main solutions to the design and construction of boilers used by V.G. Shukhov in the late 19th and early 20th centuries. The influence of Shukhov's ideas on the formation and development of home boiler construction has been shown.

Keywords: water tube boiler; sectional horizontal water-tube steam boiler of the "Babkok and Wilcox" system; sectional horizontal water-tube steam boiler of the V.G. Shukhov system; tubular steam boiler (with shielded tube); Shukhov-Berlin's boiler"

References

1. Depp G. F. (1908). *Parovye kotly Lekcii, chitannyye v tehnologicheskoye institute imperatora Nikolaja [Steam boilers. Lectures read at the Institute of Technology of Emperor Nicholas I].* (Ed.2.), S-Peterburg. [in. Russian].
2. Ishlinskij A. Ju. (1977). *Izobretenija i inzhenernyye raboty V. G. Shuhova [Inventions and engineering works of V.G. Shukhov].* Izbrannyye trudy. Stroitel'naja mehanika. Moskva. [in. Russian].

3. Konfederatov I. Ja. (1957). *Shuhov, Vladimir Grigor'evich [Shukhov, Vladimir Grigoryevych]. Bol'shaja sovetskaja jenciklopedija za red. B. A. Vvedenskogo. (T.48.1957. Ed.2.). [in Russian].*
4. Lejbenzon L. S. (1965). *Vladimir Grigor'evich Shuhov, (1853 – 1939) [Vladimir Grigoryevych Shukhov, (1853 – 1939)]. Ljudi russoj nauki. Oчерki o vydajushhijhsja dejatel'jah estestvoznaniya i tehniki. Tehnika. Moskva. [in Russian].*
5. Lopatto A. Je. (1951). *Pochetnyj akademik Vladimir Grigor'evich Shuhov – vydajushhijhsja russkij inzhener. [Honorary Academician Vladimir Grigorievich Shukhov – an outstanding Russian engineer]. Moskva. [in Russian].*
6. Myshko T. L. *Fontan idej inzhenera Shuhova. [Fountain of ideas of engineer Shukhov]. (№ 1. 2004.). Jenergija: jekonomika, tehnika, jekologija. [in Russian].*
7. Nikolaev D. S. (1953). *Vydajushhijhsja sovetskij uchenyj-inzhener V. G. Shuhov (1853-1939). [Nikolaeв. D. S. Outstanding Soviet scientist-engineer V.G. Shukhov (1853-1939)]. Moskva. [in Russian].*
8. Styrikovich M. A. (1984). *Dejatel'nost' V. G. Shuhova v oblasti teplotehniki kotlostroenija. [Activity of V.G. Shukhov in the field of heating engineering of boiler construction]. V kn.: V. G. Shuhov – vydajushhijhsja inzhener i uchenyj: Trudy Ob'edinennoj nauchnoj sessii AN SSSR, posvjashhennoj nauchnomu i inzhenernomu tvorcestvu pochetnogo akademika V. G. Shuhova. Moskva. [in Russian].*
9. Hodokovskij G. E. (1953). *Kotel parovoj. [Steam boilers of Shukhov]. Bol'shaja sovetskaja jenciklopedija za red. B. A. Vvedenskogo. (T.23.1953. Ed.2.). Moskva. [in Russian].*
10. Hudjakov P. K. (1982). *Parovye kotly Shuhova [Steam boilers of Shukhov]. Shuhov V. G. Izbrannye trudy. Neftepererabotka. Teplotehnika. – Moskva: Nauka, [in Russian].*
11. Shreter V. M. (1951). *Parovye kotly. Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdatel'stvo mashinostroitel'noj literatury. [Steam boilers. State scientific and technical publishing house of machine-building literature.]. Moskva-Leningrad. [in Russian].*
12. *Shuhov V. G. (1853–1939). Iskusstvo konstrukcii (1995). [Shukhov.V.G. (1853 – 1939). The art of construction]. Pod red. R. Grefe, M. Gappoeva, O. Perchi. Per. s nem. Moskva. [in Russian].*
13. Shuhova E. M. (2003). *Vladimir Grigor'evich Shuhov. Pervyj inzhener Rossii. [Vladimir Grigor'evich Shuhov. Pervyj inzhener Rossii]. Moskva. [in Russian].*

Received 16.04.2018

Received in revised form 15.05.2018

Accepted 07.06.2018