

**Happy
New Year!**



УДК 54 (093)+669.1(091)

[https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-12\(18\)-929-943](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-12(18)-929-943)

Журило Дмитро Юрійович кандидат технічних наук, доцент кафедри українознавства, культурології та історії науки, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002, тел.: (057) 707-68-29, <https://orcid.org/0000-0002-0015-9412>

Мищенко Марина Миколаївна кандидат філософських наук, доцент кафедри українознавства, культурології та історії науки, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002, тел.: (057) 707-68-29, <https://orcid.org/0000-0001-8592-1009>

ІСТОРІЧНІ ВІДОМОСТІ РОЗРОБКИ СТАЛЕЙ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ ПАЛАЦУ З'ЇЗДІВ СПІВРОБІТНИКАМИ УКРНДІМЕТУ

*Світлої пам'яті Алли Журило – педагога, науковиці,
дослідниці історії металургії присвячується.*

Анотація. Метою статті є необхідність висвітлити основні віхи розробки сталей та їх призначення в 30-40 х роках ХХ ст., узагальнити пріоритетні наукові здобутки при виплавці сталей типу ДС, МС та кортену для Палацу з'їздів.

На початку 1930-х років було розроблено декілька проектів московського Палацу з'їздів і за результатами конкурсу було обрано переможця. Світова практика не знала аналогів подібним будівлям. Споруда, висотою понад 400 метрів, повинна була символізувати перемогу нового політичного ладу. Саме для можливості цієї будівлі наприкінці 1931 р. було знищено храм Христа Спасителя. Передбачувана площа московського Палацу з'їздів становила 11 гектарів з об'ємом будівлі понад 7,5 млн. кубічних метрів (за об'ємом – це більше, ніж три піраміди Хеопса). Вага конструкцій московського Палацу з'їздів перевищувала 1,5 млн тон. Кожна колона каркаса відомого нью-йоркського хмарочоса «Емпайер Стейт Білдінг» (висотою 383 метри, на той момент він був найвищою будівлею в світі) тиснула на землю з силою в 4700 тон, а кожна колона вежі Палацу з'їздів повинна була нести навантаження від 8000 до 14000 тон. Загальна вага лише сталевих



Happy
New Year!

конструкцій перевищувала 350000 тон. Серйозні навантаження на сталевий каркас будівлі вимагали високоякісного металу.

В 1939 році на базі Харківського Українського науково-дослідного інституту металів (УкрНДІМет), який було засновано в 1928 р., було виконано серйозну дослідницьку роботу з розробки технології виплавки і прокатки корозійностійкої сталі для побудови будівлі Палацу Рад. Роботами керував професор Євген Григорович Шумовський.

Завдяки науково-дослідним роботам українських металургів було обрано три групи сталей, які, на перший погляд, найбільш підходили для використання при будівництві багатоповерхових будівель. Це були сталі ДС, МС та кортен. Маркування «МС» – це аббревіатура «мало старіюча сталь», а «ДС» – «Дворец Съездов». Властивості сталі МС найбільш активно досліджували співробітник УкрНДІМету Мусій Аронович Гершгорн та заступник начальника технічного відділу металургії заводу ім. Михайла Фрунзе Роман Кирилович Попов.

Було доведено, що для сталей, які містять мідь, не потрібно використання особливих методів нагрівання, режиму обтискання, використання спеціальної калібровки. Це здешевлювало та значно спрощувало технологію отримання прокату з таких сталей. Згодом технологію виплавлення вказаних сталей було опановано на більшості крупних заводів країни.

Вже в 1940 році було розпочато монтаж каркаса будівлі Палацу з'їздів. Але почалася Друга світова війна і будівництво було заморожено. З демонтованого каркасу виготовляли протитанкові їжаки та протипіхотні загородження. Виконані дослідження дали подальший розвиток металургії сталей з спеціальними властивостями в Україні та в СРСР, та на довгі роки стало орієнтиром для досліджень та фундаментом для стандартів з механічних досліджень сталей та інших конструкційних матеріалів.

Ключові слова: металургія, сталь, кортен, інститут металів, Палац з'їздів.

Zhurylo Dmytro Yuriyovych Candidate of Technical Sciences, Associate professor, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kirpichova St., 2, Kharkiv, 61002, tel.: (057) 707-68-29, <https://orcid.org/0000-0002-0015-9412>

Mishchenko Maryna Mykolaivna Candidate of Philosophical Sciences, Associate professor, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kirpichova St., 2, Kharkiv, 61002, tel.: (057) 707-68-29, <https://orcid.org/0000-0001-8592-1009>

Happy
New Year!



HISTORICAL INFORMATION ON THE DEVELOPMENT OF STEELS FOR STRUCTURES OF THE PALACE OF CONGRESSES BUILDING BY EMPLOYEES OF UKRNIIMET

*In memory of Alla Zhurylo - teacher, scientist, dedicated
to the researcher of the history of metallurgy.*

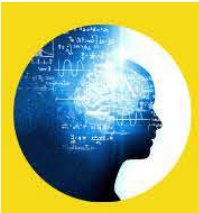
Abstract. The purpose of the article is to highlight the main milestones in the development of steels and their purpose in the 30-40s of the twentieth century, to summarize priority scientific achievements in the smelting of DS, MS and Corten steels for the palace of congresses.

In the early 1930s, several projects of the Moscow Palace of congresses were developed and the winner was chosen based on the results of the competition. World practice has never known any analogues of such buildings. The building, which is more than 400 meters high, was supposed to symbolize the victory of the new political system. It was for the construction of this building that the beautiful cathedral of Christ the saviour was destroyed at the end of 1931. The estimated area of the Moscow Palace of congresses was 11 hectares with a building volume of more than 7,5 million square meters. cubic meters (by volume – this is more than the three pyramids of Cheops). The weight of the structures of the Moscow Palace of congresses exceeded 1,5 million tons. Each column of the frame of the famous New York skyscraper "Empire State Building" (383 meters high, at that time it was the tallest building in the world) pressed down on the ground with a force of 4,700 tons, and each column of the tower of the palace of congresses had to carry a load of 8 000 to 14 000 tons. The total weight of steel structures alone exceeded 350 000 tons. It is clear that serious loads on the steel frame of the building required high-quality metal.

In 1939, on the basis of the Kharkov Ukrainian Research Institute of metals (UkrNDIMet), which was founded in 1928, serious research work was carried out on the development of technology for smelting and rolling corrosion-resistant steel for the construction of the Palace of Soviets building. The work was supervised by professor Evgeny Grigoryevich Shumovsky.

Thanks to the research work of ukrainian metallurgists, three groups of steels were selected, which, at first glance, were most suitable for use in the construction of multi-storey buildings. They were DC, MS, and Corten steel. Marking "MS" is an abbreviation for "little aging steel", and "DS" - "is Palace of congresses". The properties of MS steel were most actively studied by Musiy Aronovich Gershorn, an employee of UkrNDIMet, and Roman





**Happy
New Year!**

Kirillovich Popov, deputy head of the Technical Department of metallurgy at the Mikhail Frunze plant.

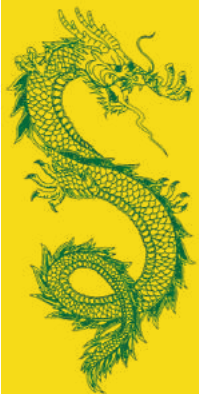
It has been proven that Steels containing copper do not require the use of special heating methods, crimping mode, or the use of special calibration. This reduced the cost and greatly simplified the technology of obtaining rolled products from such steels. Within a year, the technology of smelting these steels was mastered at most large factories in the country.

Already in 1940, the installation of the frame of the Palace of congresses building was started. But the Second World War began and construction was frozen. Anti-tank hedgehogs and anti-personnel barriers were made from the dismantled frame. The conducted research led to further development of metallurgy of steels with special properties in Ukraine and in the USSR, and for many years became a reference point for research and the foundation for standards for mechanical research of steels and other structural materials.

Keywords: metallurgy, steel, corten, Institute of metals, Palace of congresses.

Постановка проблеми. Отримавши владу, більшовики мали бажання довести до пересічних громадян, що влада комуністів є грандіозною, вічною та перемогла назавжди. Для цього треба було побудувати щось грандіозне, щоб усі бачили велич влади. За цим справа не стала. Було розроблено декілька проектів московського Палацу Рад і за результатами конкурсу було обрано переможця – архітектора Бориса Іофана. Аналогів подібним будівлям світова практика не знала. Будівля, висотою понад 400 метрів зі стометровим монументом Леніна, повинна була символізувати перемогу нового політичного ладу. Саме для побудови цієї будівлі в кінці 1931 р було знищено красивий храм Христа Спасителя. Передбачувана площа московського Палацу Рад становила 11 гектарів з об'ємом будівлі понад 7,5 млн. кубічних метрів (за об'ємом – це більше, ніж три піраміди Хеопса). Вага конструкцій московського Палацу Рад перевищувала 1,5 млн тон. Кожна колона каркаса відомого нью-йоркського хмарочосу «Емпайер Стейт Білдінг» (висотою 383 метри, на той момент він був найвищою будівлею в світі) тиснула на землю з силою в 4700 тон, а кожна колона вежі Палацу Рад повинна була нести навантаження від 8000 до 14000 тон. Загальна вага лише сталевих конструкцій перевищувала 350 000 тон. Зрозуміло, що серйозні навантаження на сталевий каркас будівлі вимагали високоякісного металу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений історіо-



**Happy
New Year!**



графічний аналіз свідчить про наявність єдиної роботи з даного питання, яка написана талановитою дослідницею Аллою Журило [1]. На жаль, передчасний ухід з життя не дозволив авторці закінчити розпочаті цікаві дослідження. Таким чином, маловідома сторінка з фундаментальних робіт українських металургів та металознавців, на жаль, практично не отримала висвітлення в історичних дослідженнях.

Актуальність роботи. В історії науки і техніки недостатньо досліджено внесок винахідників, новаторів, науковців у розвиток вітчизняної металургії. Аналіз досліджень і публікацій з історії вітчизняної науки і техніки свідчить, що на сучасному етапі розвитку відбувається повернення не лише нових імен видатних вчених, та їхніх робіт, які маловідомі широкому загалу. Але у наукових дослідженнях за невеликими виключеннями практично відсутні історичні відомості щодо становлення вітчизняної металургії. Хоча досягнення за останні 100 років були грандіозні. Тому є важливим висвітлення питань становлення та розвитку вітчизняної металургії. Це важливо і тому, що відомості щодо становлення та розвитку вітчизняної металургії або взагалі відсутні, або не зовсім відповідають дійсності.

Мета і завдання статті. Метою даної роботи є проведення комплексного історико-біографічного дослідження основних етапів проектування, розробки, виплавки та використання на практиці оригінальних сталей 1930-х років – ДС, МС та кортену.

Авторами статті застосовано спеціальні методи: історико-хронологічний, ретроспективний та методи джерелознавчого аналізу, з використанням відкритих джерел офіційного характеру. Джерельну базу дослідження склали матеріали фонду 13, комплексу 3-5 Центрального науково-технічного архіву України та матеріали фондів 34 та 1681 Центрального державного архіву вищих органів влади України.

Виклад основного матеріалу. Для побудови грандіозних будівель потрібно було використовувати якісну сталь. Але, в 1930 роки ще не було відомо про усі фізико-механічні властивості сталей, не можна було визначити поведінку сталей в умовах експлуатації. Да що там умови експлуатації, коли навіть з'єднання сталей в більшості випадків виконували за допомогою не зварювання, а клепання. Для цього у виробках свердлили отвори, стикували частини матеріалу та заклепували їх. Це суттєво впливало на зростання кінцевої вартості виробу, але, в більшості випадків, ще й негативно впливало на його характеристики міцності та опору динамічним навантаженням: отвори під заклепки були центром концентрації внутрішніх напруг.



Happy
New Year!

Завдяки науково-дослідним роботам українських металургів було обрано три групи сталей, які, на перший погляд, найбільш підходили для використання при будівництві багатопверхових будівель. Це були сталі ДС, МС та кортен.

Сьогодні маркування сталей, яке було прийнято в колишньому СРСР, в більшості випадків легко розшифрувати. Наприклад, сталь Х18Н10Т – легована сталь, яка містить хрому 18%, нікелю, -10%, титану – до 1%. Або сталь 9ХС – низьколегована сталь з вмістом вуглецю 0,09 %, хрому і кремнію до 1%.

Здавалося б, розшифрувати маркування сталей ДС та МС просто. Але в даному випадку маркування цих сталей суттєво відрізняється від традиційних. Ці дві сталі було марковано аббревіатурами. Маркування «МС» – це аббревіатура «мало старіюча сталь», а «ДС» – «Дворец Съездов» (інколи – «Дворец Советов»).

Що стосується кортенівської сталі (від англійського CORTEN steel, тобто CORrosion TENsile), то її було розроблено знаменитою американською сталеплавильною компанією «Юнайтед Стейтс стіл Корпорейшн» на самому початку ХХ століття. Сталь є стійкою в атмосферних умовах і знайшла широке застосування в мостобудуванні, будівництві, суднобудуванні. Як і давні сплави на основі міді, така сталь має властивість покривати свою поверхню окисною плівкою, відомою усім дослідникам вказаних давніх сплавів (бронзи та латуней) – патиною.

Патина, яка є характерною і для кортенів (вельми нагадуючи заіржавлену сталь, якою вона, власно, і є) гарантувала захист від подальшого окислення і забезпечувала успішне застосування сталі не тільки в конструктивних цілях, але і в декоративних. Але, з агресивними середовищами кортени, на жаль, не справляються. Донедавна вважалося, що кортенівські сталі ні в колишньому СРСР, ні в пострадянських країнах до початку ХХІ століття не застосовувалися. Тому були відсутні нормативи і стандарти на цю сталь з красивою бархатистою фактурою. Але ці дані не є об'єктивними. Ще до Другої світової війни в колишньому СРСР не тільки успішно виплаляли, а й випробовували кортенівські сталі. За хімічним складом вони займали проміжне місце між так званими кортеном «А» і кортеном «В» компанії «Юнайтед Стейтс стіл Корпорейшн». Це було виправдано, так як за вартістю кортен, як звичайна вуглецева сталь, був істотно дешевше нержавіючої сталі, яку треба легувати, як мінімум, 13% хрому, а інколи ще й нікелем, або іншими легуючими добавками. Крім того, для виплавки легованих сталей необхідно використовувати вогнетриві,

**Happy
New Year!**



основні за кислотністю. При спробі використання для виплавки легованих сталей кислих вогнетривів (які значно дешевше основних, мають більший строк служби, та забезпечують отримання якісних вуглецевих сталей), розплав сталі з вмістом хрому та нікелю в змозі розчинити кислу футеровку, як цукор в розчині окропу. А температура плавлення такої сталі порядку 1500 °С.

Близькими до кортену за хімічним складом були і сталі МС і ДС. Скоріш за все, вітчизняний кортен було скопійовано з американського аналогу. Така сталь має чимало цікавих властивостей, які не є характерними для інших сталей. Відомо, що корозія не тільки не руйнує кортен, але навіть зміцнює його. Мікронна патина утворюється досить швидко і працює довго. Цікаво, що в різних кліматичних умовах колір патини, як правило, відрізняється. На колір патини впливають температура повітря і відсоток його вологості. Причому, в тропіках кортен працює погано через високу вологість. В сучасних умовах нерідко патину утворюють штучно, особливо для художніх цілей. Така сталь добре обробляється тиском і зварюванням.

В 1939 році на базі Харківського Українського науково-дослідного інституту металів (УкрНДІМет), який було засновано в 1928 р. [4, с. 310], було виконано серйозну дослідницьку роботу з розробки технології виплавки і прокатки корозійностійкої сталі для побудови будівлі Палацу Рад. Роботами керував професор Євген Григорович Шумовський, механічні випробування виконував канд. техн. наук К. М. Клімов, металографічні дослідження проводив інженер С. В. Тимченко, дослідження на корозійну стійкість проводив інженер К. І. Смыслов [2, с. 3].

Властивості сталі МС найбільш активно досліджували інженери - співробітник УкрНДІМету Мусій Аронович Гершгорн та виробничник, заступник начальника технічного відділу металургії заводу ім. Михайла Фрунзе Роман Кирилович Попов [3].

Вони обґрунтували використання низьковуглецевих сталей, додатково легованих хромом, в кількості 0,4-0,6 %; міддю, в кількості 0,5-0,7 %; марганцем в кількості 0,7-1,0 %. В той час вважалося, що саме ці легуючі добавки будуть сприяти значному підвищенню механічних та антикорозійних властивостей. Дослідження, які було проведено, довели хибність цих положень. Антикорозійні дослідження визначили, що опір корозії при знакозмінних навантаженнях не відрізняються від значень інших низьковуглецевих сталей. А за рік сталеві зразки втратили для сталі ДС – 1,76, а для сталі МС – 1,82% [3, с. 2]. Це було занадто великі значення втрат металу, навіть для того часу.

Корозійні дослідження проводили, порівнюючи зразки, отримані з



Happy
New Year!

9 плавок сталі «МС», двох плавок сталі «ДС» та мідистої - Сталі 3 [5, арк. 3].

Хімічний склад сталі МС містив: 0,19% вуглецю, 0,2...0,4% кремнію, 1,2% марганцю, 0,4% міді, 0,02% фосфору, 0,02% сірки [1, с. 98]. Хімічний склад сталі ДС містив: 0,17...0,2% вуглецю, 0,2...0,3% кремнію, 0,7...0,9% марганцю, 0,4 ... 0,6% хрому, 0,4 ... 0,6% міді, 0,02% фосфору, 0,014...0,04% сірки. Хімічний склад сталі кортен включав: 0,1% вуглецю, 0,2% кремнію, 0,2% марганцю, 0,5 ... 1,2% хрому, 0,5 ... 0,9% міді, 0,1...0,2% фосфору, 0,03% сірки [там же].

Особливе місце займали дослідження на корозійну стійкість. 195 зразків з 13 плавок випробовували групами по 3 зразки в самих різних умовах. Це була звичайна атмосфера (аеробудка), суміш води, вуглекислого і сірчаного газів, в синтетичній морській воді (колесо Гарднера) і у водопровідній воді (гойдалка Дірмонта). Перед випробуваннями зразки знежирювалися, висушувалися, зважувалися і завантажувалися у відповідні середовища. Зразки, випробовувані у воді, поперемінно змочувалися і висушувалися 4 рази на годину. Випробування довели, що в умовах атмосфери сталі ДС і МС майже рівноцінні, втрачаючи в рік 0,025-0,003 мм. Якщо сталь була оброблена тиском, то кортен виявився більш корозійностійким, йому трохи поступалася сталь ДС і ще більш – сталь МС. У річковій воді всі сталі мали приблизно однакову стійкість [5, арк. 4].

Сталі МС, ДС і кортен було виплавлено і прокатано на вітчизняних заводах ім. Фрунзе, ім. Дзержинського, Запоріжсталь, «Червоний Жовтень» і деяких інших. Результати випробувань зразків в 1939 р. довели досить серйозні проблеми існуючої на той час технології виплавки: тільки чотири зразки відповідали ТУ за межею міцності на стиск. Межа міцності на розтяг і відносне подовження майже у всіх зразків відповідали вимогам ТУ [2, с. 18]. Критична температура старіння сталей становила 250-350 °С. А критична температура крихкості всіх сталей після прокатки становила від -40 до -70 °С. Такі значення, навіть в різко континентальному кліматі Москви забезпечували стійкість майбутньої будівлі. Дослідження шлакових і неметалевих включень довели можливість широкого використання сталей: включення займали від 0,006 до 0,07% ваги сталі. Цікаво, що найширший розкид значень вимірювань був саме у кортенівської сталі, виплавленої на заводі ім. Дзержинського. Сталі ДС і МС мали більш вузький діапазон розкиду значень. Плавка № 1006 заводу ім. Фрунзе мала неметалеві включення 0,0001% від ваги сталі [2, с. 21].

Особливу цінність мали дослідження, які було виконано в

**Happy
New Year!**



УкрНДІМеті щодо обробки тиском сталей, які містили мідь. Було прокатано квадратні заготовки та полосове залізо на стані 585, прокатка тонколистового заліза виконувалася на листопрокатному стані дуо-700, прокатка судових листів – на стані тріо-Лаута, прокатка дроту на дротяному стані, а також виконувалася протяжка телефонного та телеграфного дроту з катанки 6 мм. Було визначено, що такі сталі не мають схильності до перепалу та до тріщиноутворення, навіть, при нагріванні холодних зливоків в печі при 700-800 °С.

Крім того, не було визначено наявності характерної червоноламкості, природу якої було вперше було досліджено на початку ХХ сторіччя видатним українським та російським металургом, випускником ХТІ, професором Михайлом Циглером [6].

Таким чином, було доведено, що для сталей, які містять мідь, не потрібно використання особливих методів нагрівання, режиму обтискання, використання спеціальної калібровки. Це здешевлювало та значно спрощувало технологію отримання прокату з таких сталей.

Сталі, які містять мідь, як виявилось в результаті досліджень, мали чимало корисних властивостей: вони проявляють властивості старіння при нагріві в інтервалі 500-600 °С, суттєво підвищуючи твердість, межу плинності та тимчасовий опір розриву. Такі сталі не дають при загартуванні та підвищенні твердості мартенситної структури, тобто, забезпечується відсутність внутрішніх напружень. Ця обставина є найважливішою при з'єднанні виробів з таких сталей зварюванням або клепанням.

Цікаво, що мідь в сталь вводили різними методами: складанням шихти з чавуном, який містить мідь, введенням міді з лігатурою типу «залізо – мідь» та введенням чистої міді перед розливкою сталі. Але роботами Євгена Шумовського доведена необхідність введення марганцю (в більшості випадків в розплавлену ванну металу) та кремнію (під струю металу у ківш).

Для влаштування каркасу будівлі Палацу з'їздів було обрано сталь ДС, близьку за хімічним складом і механічними властивостями до кортену.

Дослідження, які було виконано, дозволили отримувати прокат з сталі ДС масово. Наприклад, якщо на початку досліджень, сталь отримували в мартенах невеличкої та малої ємності (25-60 тон) на українських заводах на криворізькій руді, то за короткий строк було засвоєно технологію виплавки цієї сталі в 150-тонних мартенах Кузнецького заводу в Росії з використанням руд місцевих та Орське-Халіловських копалень та в 200-тонних мартенах заводу ім. Михайла



Happy
New Year!

Фрунзе та заводу ім. Дзержинського в Україні [7, арк. 1].

Звичайно, вартість сталей, отриманих у великих печах, була дешевше сталі, виплавленої в малих печах. Не можна не визначити, що абсолютну більшість досліджень цієї сталі було виконано силами співробітників УкрНДІМету, а лаври спробували отримати росіяни. Нічим іншим не можна пояснити підписи академіка Олександра Байкова та проф. Бориса Селиванова (які на той час мешкали в Ленінграді) на звіті про виконані багаточисельні дослідження механічних та характеристик міцності сталей [7, арк. 6].

Виявилось, що три марки сталі, близькі за своїх хімічним складом, мали все ж різні експлуатаційні властивості. Треба було визначити найкращу для використання спочатку в будівлі Палацу рад, а потім – усюди, де була потреба в таких сталях. Одним з перших прикладів використання сталі ДС стало будівництво Москворецьких мостів [7, арк. 7].

Цікаво, що міцність сталі регламентувалися значенням в 2100 кг/см^2 (205 МПа), що приблизно в два рази менше, ніж сучасні значення міцності більшості конструкційних сталей [7, арк. 7]. Основною вимогою в той час була відносна висока корозійна стійкість та відсутність дефектів прокатки, які могли б стати центрами концентрації напруг та призвести в майбутньому до руйнування конструкції мосту [7, арк. 11].

Скоріш за все, до початку широкого використання сталі ДС, яку в звітах відкрито іменували «сталь Дворец Советов», було вирішено сперш використати при будівництві мостів, а лише потім – при будівництві каркасу Палацу рад. Незрозуміло, де ж була знаменита радянська звичка засекречувати усю інформацію? Хоча, мабуть, про будівництво Палацу Рад було розповсюджено в засобах масової інформації та скривати інформацію сенсу не було.

Про це свідчать дати на ескізному проекті металевого каркасу Палацу рад [7, арк. 26, 31]. В ньому розписано розподіл прокату різноманітного профілю з сталі 3М (тобто, виплавлену у мартенах) по 3-4 кварталам 1936 р, по 1-4 кварталам 1937 р. та по 1-3 кварталам 1938 р. Розміри прокату було визначено від $400 \times 12 \text{ мм}$ до $1500 \times 150 \text{ мм}$. Довжину прокату було визначено в 1,6...15 м. Можна уявити, що при висоті будівлі в 400 м, кількість стиків прокату перевищувала 25 в найкращому випадку. Зварювання ще не отримало в той час сучасного розповсюдження і для стикування прокату використовували клепання. Для цього було передбачено використовувати коло діаметром 22 мм. Такого кола було прокатано 6020 тон все з той же Сталі 3М [7, арк. 27].

**Happy
New Year!**



Крім матеріалу для клепки з того ж матеріалу було виготовлено сітки восьми типів загальною масою більше 2500 тон (скоріш за все, для бетонних робіт) та прокатано сталевий лист товщиною 3 та 6 мм масою 250 та 500 тон відповідно. Крім того, було прокатано 400 тон листа товщиною 4 мм з хромонікелевої сталі [7, арк. 31].

Але не було забуто й прокат з сталі ДС. Прокат з цієї сталі виготовляли розмірами від 300x26 до 1000x28 мм загальною масою більше 35750 тон. Довжина прокату була 11,5...15 м [7, арк. 32].

Серйозним добутком УкрНДІМету було розроблення технології виготовлення фероалюмінію та трьохкомпонентного сплаву Al-Mn-Si, які використовувалися для доводки та дорозкислення сталей МС та ДС. Особливо широко такі розкислювачі використовувалися при виплавці сталі ДС в 200 тонних конвертерах на заводі ім. Дзержинського. При цьому, майже втричі, зменшувався угар хрому, не вносився в сталь надлишковий вуглець, розкислення 1 тони сталі зменшувалося на 7 карб., а сталь ДС отримували високої якості.

Звичайно, в короткій статті не можна описати усі складності, з якими зіштовхувалися дослідники при відпрацюванні технології виплавки, розливки та обробки тиском сталей типу ДС, МС та кортенів. Навіть, не була відома така проста річ, як знання про те, що підвищення температури прокатки на 50 °С давало підвищення продуктивності обладнання, але призводило до зниження якості отриманої продукції. А приладів, які точно вимірювали температуру, було небагато.

Вузьких місць вистачало. При виплавці сталей – це й шихтовка, технологія плавки, розкислення та доводки металу, розливка в виливниці різноманітних розташування та конструкцій. При обробці тиском – це і повільне нагрівання сталей, і жорстке втримання температурного режиму (контроль не за допомогою очей, а за допомогою приладів), це й оптимальна прокатка на відповідних прокатних станах, це й проміжне нагрівання садки металу в інертній атмосфері печі. Вистачало проблем і з контролем фізико-механічних властивостей металу. Треба було повністю розробити технологію контролю найрізноманітніших умов експлуатації виробів з нових сталей. Було розроблено навіть альбом фотографій виплавки сталі МС на заводі ім. Фрунзе [9]. Після отримання технології виплавки та обробки тиском цієї сталі, наприкінці 1938 р. нову технологію було запроваджено за діючими на той час технічними умовами на заводах ім. Дзержинського, Ворошилівському та ім. Петровського [10, 11]. Було визначено, що при використанні українських руд, можливо отримати сталі з значеннями шкідливих домішок сірки та фосфору нижче вимог



Happy
New Year!

стандарту [11, арк. 5].

При дослідженнях механічних властивостей було доведено, що найбільшу ударну в'язкість має сталь ДС, розкислена сплавом Al-Mn-Si [12, арк. 24].

Цікаво, що сталь МС є більш стабільною та мало змінювала ударну в'язкість при змінненні температури старіння. Але значення ударної в'язкості поступалися аналогічним для сталі ДС [12, арк. 39]. Враховуючи кліматичні умови м. Москви, було доведено, що температура крихкості сталі МС складає $-10..-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, а сталі ДС: $-40...-47\text{ }^{\circ}\text{C}$ [12, арк. 40]. Корозійна стійкість обох сталей визнано приблизно однаковою [12, арк. 41].

Прокат з цієї сталі обробляли в Москві на спеціально побудованому заводі. Там свердлили отвори під заклепки, знімали фаски на колонах, полірували поверхні балок і каркасу. Вже в 1940 році було розпочато монтаж каркасу будівлі. Але з початком Другої світової війни будівництво було призупинено. Об'єктивно кажучи, сталь ДС боронила Москву не гірше бійців ополчення, або професійних військових. З демонтованого каркасу Палацу рад було виготовлено велику кількість протитанкових їжаків та протипіхотного загородження. Це було важливо для оборони міста: перевезення по залізницях країни швидко перейшло на військовий лад, зв'язок з металургійними заводами було перервано, чимало кваліфікованих робочих вступили до лав армії.

Після перемоги потрібно було відновлювати зруйновану країну. Будівництво Палацу так і не було закінчено. Згодом, фундамент Палацу було використано при будівництві найбільшого в світі відкритого плавального басейну. У дев'яності роки ХХ сторіччя на цьому ж фундаменті було відновлено храм Христа Спасителя, зруйнований у грудні 1931 року. Виконані дослідження дали подальший розвиток металургії сталей з спеціальними властивостями в Україні та в СРСР, та на довгі роки стали орієнтиром для досліджень та фундаментом для стандартів з механічних досліджень сталей та інших конструкційних матеріалів.

Висновки. Для майбутнього Палацу рад в Москві українськими металургами в тридцять роки ХХ сторіччя було розроблено, виплавлено та досліджено фізико-механічні властивості нових на той час сталей ДС, МС та кортену. Перші дві сталі мали не характерне маркування для радянських стандартів і розшифровувалися: «мало старіюча сталь», та «Палац рад» (російською), відповідно. В 1939 році на базі Харківського Українського науково-дослідного інституту металів було виконано серйозну дослідницьку роботу з розробки технології виплавки і прокатки нових сталей для побудови будівлі Палацу Рад.

**Happy
New Year!**



Роботами керував професор Є. Г. Шумовський, механічні випробування виконував канд. техн. наук К. М. Клімов, металографічні дослідження – інженер С. В. Тимченко, дослідження на корозійну стійкість – інженер К. І. Смыслов, технологічні властивості сталі МС – інженери М. А Гершгорн та Р. К. Попов.

Співробітникам УкрНДІмету вдалося обґрунтувати використання низьковуглецевих сталей, додатково легованих хромом, в кількості 0,4-0,6 %; міддю, в кількості 0,5-0,7 %; марганцем в кількості 0,7-1,0 %. На той час вважалося, що саме ці легуючі добавки будуть сприяти значному підвищенню механічних та антикорозійних властивостей. Дослідникам вдалося довести хибність цих положень. Антикорозійні дослідження визначили, що опір корозії при знакозмінних навантаженнях не відрізняються від значень інших низьковуглецевих сталей.

Сталі МС, ДС і кортен було виплавлено і прокатано на вітчизняних заводах ім. Фрунзе, ім. Дзержинського, Запоріжсталь, «Червоний Жовтень» і деяких інших підприємствах колишнього СРСР.

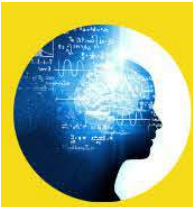
Вже в 1940 році було розпочато монтаж каркаса будівлі Палацу рад. Але з початком Другої світової війни будівництво було призупинено, металокаркаси використано при обороні Москви і будівництво не було відновлено. У дев'яності роки ХХ сторіччя на фундаменті колишнього Палацу рад було відновлено храм Христа Спасителя, зруйнований у грудні 1931 року.

Дослідження, які було виконано співробітниками УкрНДІмету, дали подальший розвиток металургії сталей з спеціальними властивостями в Україні та в СРСР, та на довгі роки стали орієнтиром для досліджень і фундаментом для стандартів з механічних досліджень сталей та інших конструкційних матеріалів.

Література:

1. Журило А.Г. Сталь для Палацу Рад // Матеріали 20-ї конф. «Актуальні питання історії науки і техніки». Центр пам'ятокознавства НАН України і УТОПК. – Київ, 2021. С. 96-99.
2. Звіт УкрНДІмету «Разработка методов выплавки и прокатки конструкционных коррозионно-устойчивых сталей, отвечающих требованиям сталей для строительства Дворца Советов». Харків, 1939. – 23 с.
3. ЦНТАУ. Ф. 13. Комплекс 3-5. Оп. 1. Спр. 153. Технічний звіт з теми №360. Виплавка малостаріючої сталі (МС). 1938 р. 33 арк.
4. Журило А.Г. Становлення металургійної освіти в Україні у європейському освітньому контексті / А. Журило, Д. Журило // Українознавчий альманах. — 2014. — Вип. 17. — С. 309–312.
5. ЦНТАУ Ф. 13. Комплекс 3-5. Оп. 1. Спр. 193. Технічний звіт за темою «Корозійна стійкість марганцево – мідістої сталі марки «МС». 1938 р. 18 арк.





Happy
New Year!

6. Zhurylo D., Levchenko V. Mikhail Ziegler, the First Professor of Metallurgy at Warsaw Polytechnic, and His Contribution for Developing our Knowledge about Steels // *Studia Historiae Scientiarum* 22, 2023. S. 397-432. DOI: 10.4467/2543702XSHS.23.011.17702.

7. Центральний державний архів вищих органів влади України. (ЦДАВОУ). Ф. 1281, оп. 5, Спр. 1399. Технічний звіт Центрального інституту металів про отримання хромомедістої сталі марки «Палац рад» та проект технічних умов на поставку прокатної сталі підвищеної якості для прольотних будівель Московських мостів. 32 арк.

8. ЦНТАУ. Ф. 13. Комплекс 3-5. Оп. 1. Спр. 144. Технічний звіт з теми №338/360. Виправка малостаріючої сталі (МС). 1938 р. 18 арк.

9. ЦНТАУ Ф. 13. Комплекс 3-5. Оп. 1. Спр. 155. Альбом фотографій до теми «Виправка мало старіючої сталі МС на заводі ім. Фрунзе» 1938 р. 8 арк.

10. ЦНТАУ Ф. 13. Комплекс 3-5. Оп. 1. Спр. 185. Наладжування виробництва сталі ДС за діючими технічними умовами на заводах ім. Дзержинського, Ворошилівськом та Петровського в 4 кварталі 1938 р.

11. ЦНТАУ Ф. 13. Комплекс 3-5. Оп. 1. Спр. 186. Наладжування виробництва сталі ДС за діючими технічними умовами на заводах ім. Дзержинського, Ворошилівськом та Петровського в 4 кварталі 1938 р.

12. ЦНТАУ Ф. 13. Комплекс 3-5. Оп. 1. Спр. 197. Порівнювальне дослідження корозійної стійкості та схильності до старіння сталей МС та ДС в залежності від розміру зерна та легуючих елементів. 1938 р.

References:

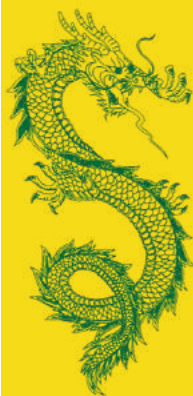
1. Zhurilo A. G. (2021). *Stal dlia Palatsu Rad [Steel for the Palace of Soviets]. Materialy 20-yi konf. «Aktualni pytannia istorii nauky i tekhniky». Tsentr pamiatkoznavstva NAN Ukrainy i UTOPIK . P. 96-99. - Materials of the 20th conf. "Actual issues of the history of Science and technology". Center for monument studies of the National Academy of Sciences of Ukraine and utopians. – Kiev. S. 96-99 [in Ukrainian].*

2. *Zvit UkrNDIMetu “Razrobotka metodov viplavki i prokatki konstruksionnikh korroziionno-ustoichivikh stalei, otvchayushchikh trebovaniya stalei dlya stroitelstva Dvortsa Sovetov”. Kharkiv, 1939. Report of UkrNDIMET "Development of smelting and rolling methods of structural corrosion-resistant steels that meet the requirements of steels for the construction of the Palace of Soviets". Kharkiv, 1939 [In Russian].*

3. *Tsentrnyi Derzhavnyi naukovu-tekhnichnyi arkhiv Ukrainy (TsDNTAU). Fund 13, complex 3-5, description 1, case 153. [Central State Scientific and Technical Archive of Ukraine Fund 13, complex 3-5, description 1, case 153.] Tekhnichniy zvit z temy №360. Vypravka malostariuchoi stali (MS). - Technical report on topic No 360. Smelting of low-aging steel (MS) [in Ukrainian].*

4. Zhurilo A. G. & Zhurylo D.Yu. (2014) *Stanovlennia metalurhiinoi osvity v Ukraini u yevropeiskomu osvitnomu konteksti [Formation of metallurgical education in Ukraine in the European educational context] Ukrainoznavchyi almanakh - Ukrainian Studies Almanac, . 17, 309–312 [in Ukrainian].*

5. *TsDNTAU. Fund 13, complex 3-5, description 1, case 193. [CSSTAU Fund 13, complex 3-5, description 1, case 193.] Tekhnichniy zvit za temoiu «Koroziina stiikist marhantsevo – medistoi stali marky «MS». - Technical report on the topic "Corrosion resistance of manganese-copper steel of the "MS" brand. [in Ukrainian].*



Happy
New Year!



6. Zhurylo D. & Levchenko V. (2023) Mikhail Ziegler, the First Professor of Metallurgy at Warsaw Polytechnic, and His Contribution for Developing our Knowledge about Steels // *Studia Historiae Scientiarum* 22, 2023. S. 397-432. DOI: 10.4467/2543702XSHS.23.011.17702.

7. Derzhavnyi arkhiv vyshchych orhaniv vlady Ukrainy. (CSAHAU). Fund 1281, description 1, case 1399. [Central state archive of the highest authorities of Ukraine. Fund 1281, description 2, case 1399.] *Tekhnichniy zvit Tsentralnoho instytutu metaliv pro otrymannia khromomedystoi stali marky «Palats rad» ta proekt tekhnichnykh umov na postavku prokatnoi stali pidvyshchenoi yakosti dlia prolotnykh budivel Moskokretskykh mostiv. - Technical report of the Central Institute of Metals on the receipt of "Palace of Councils" chrome-plated steel and the project of technical conditions for the supply of high-quality rolled steel for the span buildings of Moskokretsk bridges* [in Ukrainian].

8. TsDNTAU. Fund 13, complex 3-5, description 1, case 144. [Central State Scientific and Technical Archive of Ukraine Fund 13, complex 3-5, description 1, case 144.] *Tekhnichniy zvit z temy №338/360. Vyplavka malostariiuchoi stali (MS). - Technical Report on topic No. 338/360. smelting of low-aging steel (MS)* [in Ukrainian].

9. TsDNTAU. Fund 13, complex 3-5, description 1, case 155. [Central State Scientific and Technical Archive of Ukraine Fund 13, complex 3-5, description 1, case 155.] *Albom fotohrafii do temy «Vyplavka malo stariiuchoi stali MS na zavodi im. Frunze». - Album of photos on the topic «Smelting of slightly aging MS steel at the Frunze plant»* [in Ukrainian].

10. TsDNTAU. Fund 13, complex 3-5, description 1, case 185. [Central State Scientific and Technical Archive of Ukraine Fund 13, complex 3-5, description 1, case 193.] *Naladzhuvannya vyrobnytstva stali DS za diiuchymy tekhnichnymy umovamy na zavodakh im. Dzerzhynskoho, Voroshylivskom ta Petrovskoho v 4 kvartali 1938 r. - Adjustment of DS steel production according to the current technical conditions at the Dzerzhinsky, Voroshilovsky and Petrovsky plants in the 4th quarter of 1938.* [in Ukrainian].

11. TsDNTAU. Fund 13, complex 3-5, description 1, case 186. [Central State Scientific and Technical Archive of Ukraine Fund 13, complex 3-5, description 1, case 196.] *Naladzhuvannya vyrobnytstva stali DS za diiuchymy tekhnichnymy umovamy na zavodakh im. Dzerzhynskoho, Voroshylivskom ta Petrovskoho v 4 kvartali 1938 r. - Adjustment of DS steel production according to the current technical conditions at the Dzerzhinsky, Voroshilovsky and Petrovsky plants in the 4th quarter of 1938.* [in Ukrainian].

12. TsDNTAU. Fund 13, complex 3-5, description 1, case 197. [Central State Scientific and Technical Archive of Ukraine Fund 13, complex 3-5, description 1, case 197.] *Porivniuvalne doslidzhennia koroziinoi stiikosti ta skhylnosti do starinnia stalei MS ta DS v zalezhnosti vid rozmiru zerna ta lehuiuchykh elementiv. - Comparative Study of corrosion resistance and aging propensity of MS and DS Steels depending on grain size and alloying elements* [in Ukrainian].

