

სამოქალაქო მშენებლობა და სამშენებლო დაპროექტება

ფოლადის თხელკედლიანი მსუბუქი პროფილებისაგან
სამშენებლო კონსტრუქციების დამზადების შესაძლებლობა

მალხაზ დოგრაშვილი
malkhaz.dograshvili@atsu.edu.ge

პარმენ ყიფიანი

სვეტლანა მინდაძე

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ქუთაისი, საქართველო

ნაშრომში განხილულია ფოლადის თხელკედლიანი მსუბუქი პროფილებისაგან სამშენებლო კონსტრუქციების დამზადების, მათი გამოყენების შესაძლებლობა სხვადასხვა ტიპის სამშენებლო და სარეკონსტრუქციო სამუშაოების შესრულების დროს; ნაჩვენებია ფოლადის თხელკედლიანი მსუბუქი კონსტრუქციებით მშენებლობის ხერხის ძირითადი უპირატესობანი და მათი მექანიკური და ტექნოლოგიური თვისებების სხვა მასალებთან შედარებითი ანალიზი; კონსტრუქციების დამზადებისას გამოყენებული შეერთებების ტიპები და მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

საკვანძო სიტყვები: სამშენებლო კონსტრუქციები, შენადული შეერთება, პროფილი, მსუბუქი კონსტრუქციები, რეკონსტრუქცია.

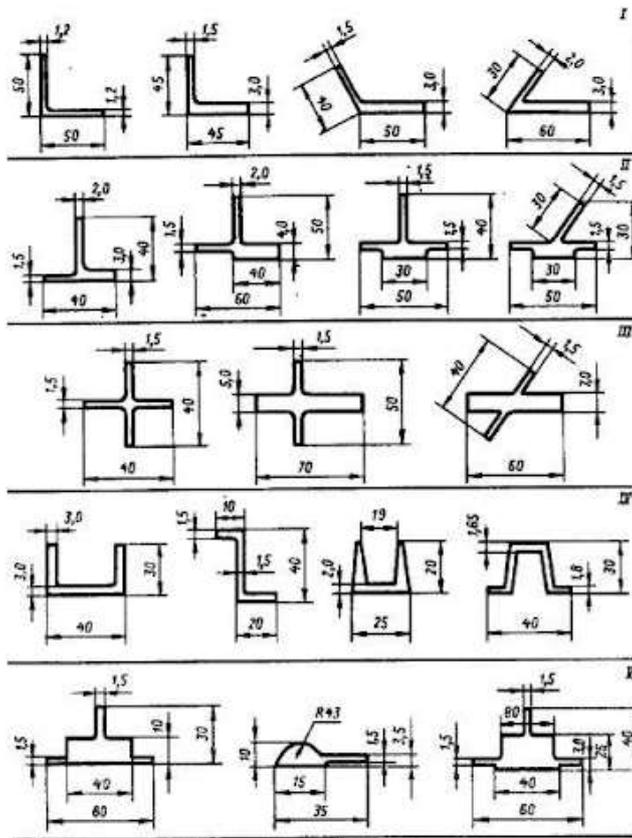
ბოლო პერიოდში მშენებლობების გაზრდილი ტემპები მნიშვნელოვნად განაპირობებს ლითონის კონსტრუქციების მზარდ გამოყენებას, რაც მათი უნივერსალობით, მაღალი სიმტკიცით და შესაბამისი პლასტიკურობით აიხსნება. გარდა ამისა, მათი გამოყენება მნიშვნელოვნად ამცირებს მშენებლობის ვადებს. ამ მხრივ, არც ქუთაისისა გამონაკლისი და, როგორც ბოლო წლებში აგებული ნაგებობების ანალიზმა გვაჩვენა, სავაჭრო კომპლექსების, სპორტული დარბაზების, სასაწყობო მეურნეობების ობიექტების აგებისას და, განსაკუთრებით, ძველი შენობების რეკონსტრუქციისას ან მთლიანად ლითონის კონსტრუქციები გამოიყენება, ან დიდი ნაწილი მოდის ლითონის კონსტრუქციებზე.

როგორც ცნობილია, ექსპლუატაციის პერიოდში შენობა-ნაგებობებზე მოქმედებს როგორც მუდმივი (კონსტრუქციების საკუთარი წონა, ტექნოლოგიური მილგაყვანილობების, სხვადასხვა მოწყობილობის წონა და სხვა), ასევე დროებითი (ქარისა და თოვლისაგან გამოწვეული) დატვირთვები.

მ. დოგრაშვილი, პ. ყიფიანი, ს. მინდაძე

ლითონის კონსტრუქციების პროექტირების, გაანგარიშებისა და დამზადების ტექნოლოგიის დამუშავებისას საჭიროა ისეთი ლითონური მასალების გამოყენება, რომლებიც საშუალებას მოგვცემს მნიშვნელოვნად შემცირდეს კონსტრუქციის წონა, რაც, თავის მხრივ, შეამცირებს შენობა-ნაგებობებზე მოსულ დატვირთვებს. ეს საკითხი განსაკუთრებით აქტუალურია ძველი შენობების რეკონსტრუქციის დროს და უფრო მეტად მნიშვნელოვანია ძველ შენობებზე მანსარდული სართულის მოწყობისას, რადგან ასეთი შენობების საძირკველს სიმტკიცის ლიმიტირებული მარაგი გააჩნია.

ამ მიმართულებით ბოლო წლებში აქტიურად ხდება თხელკედლიანი მსუბუქი კონსტრუქციების გამოყენება, რომელთა დასამზადებლად ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა თხელკედლიანი, როგორც ღია, ისე ჩაკეტილი პროფილი, მათ შორის, კუთხოვანები, ორტესებრი კოჭები, შველერები, ოთხკუთხა ან მრგვალი მილები და სხვ. (ნახ.1). თუმცა ჯერ კიდევ არსებობს კითხვები მათ გამოყენებასა და საიმედოობასთან დაკავშირებით (Рыбаков 2011: 207).

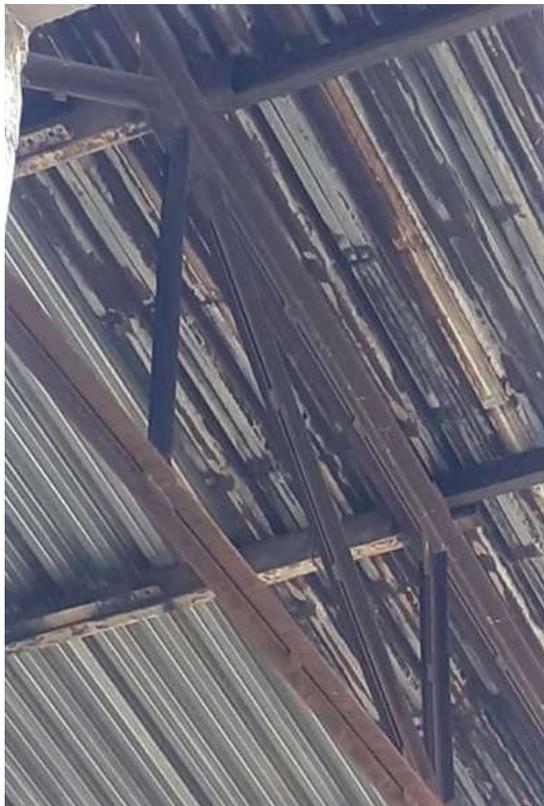


ნახ.1. თხელკედლიანი კონსტრუქციების ასაგებად გამოყენებული ზოგიერთი პროფილების სორტამენტი.

შენობა-ნაგებობების გადახურვის და შემომზღულ კონსტრუქციებში დიდი წილი უჭირავს ნივნივურ წამწებს და საკმოდ ფართოდ გამოიყენება ორი კუთხოვანისაგან შედგენილი ღეროები, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებულია საფენების საშუალებით. ეს ტრადიციული გადაწყვეტილება საშუალებას იძლევა დაპროექტდეს სხვადასხვა ტიპის წამწები და ყველა დატვირთვის გათვალისწინებით შეირჩეს კვეთის ფართი, ეფექტურად იქნას გადაწყვეტილი შეერთების კვანძები და სხვ.

კვეთის შერჩევისას ცდილობენ, რომ სხვადასხვა პროფილის კუთხოვანების რაოდენობა არ იყოს 4-6-ზე მეტი მთელ წამწეზე. თუმცა ხშირ შემთხვევაში კუთხოვანების კვეთის ფართი და მარაგის კოეფიციენტი მნიშვნელოვნად გაზრდილია.

მე-2 ნახაზზე ნაჩვენებია 9-მეტრიანი ნივნივური წამწის ზედა და ქვედა სარტყელები დამზადებულია კუთხოვანებისაგან ზომით 100-100 მმ და თაროს სისქით 10 მმ, ხოლო დგარები და განმბჯენები ზომით 80-80 მმ და კედლის სისქით 8 მმ, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის საკუთარი წონით გამოწვეულ დატვირთვას.

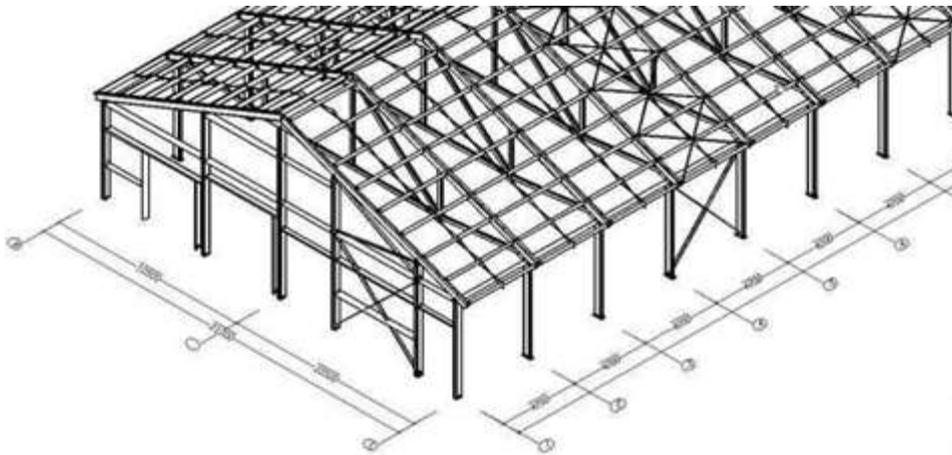


ნახ. 2. კ. ქუთაისში, ა. წერეთლის ქუჩაზე, მდებარე საწყობის კუთხოვანებისაგან დამზადებული გადახურვის 9-მეტრიანი ნივნივური წამწის ელემენტები.

ნივნივურ წამწესა და ზოგადად ლითონის კონსტრუქციებზე მოქმედი დატვირთვებისაგან ყველაზე უფრო მარტივად შესაძლებელია საკუთარი წონით გამოწვეული დატვირთვის შემცირება, რაც რეალურია მსუბუქი თხელკედლიანი პროფილების გამოყენების შემთხვევაში.

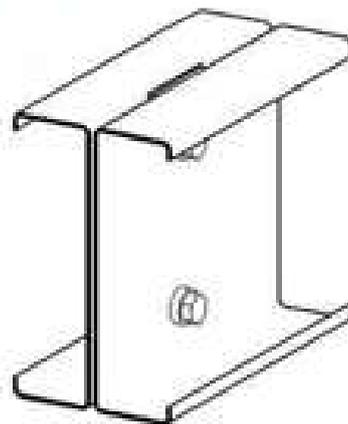
მ. დოგრაშვილი, პ. ყიფიანი, ს. მინდაძე

ფოლადის თხელკედლიანი მსუბუქი კონსტრუქციების მშენებლობაში გამოყენებას მრავალი ფაქტორი განაპირობებს: არ არის საჭირო დიდი ზომის საძირკვლის მომზადება; კონსტრუქციის აკრება პროფილის სიმსუბუქის გამო შედარებით ადვილია და სწრაფად ხდება; არ არის საჭირო დიდი ზომის ამწე-სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენება; ე.წ. „სველი სამუშაოების“ არარსებობა საშუალებას იძლევა სამუშაოები წარიმართოს მთელი წლის განმავლობაში; ეფექტური რემონტისა და რეკონსტრუქციის შესაძლებლობა; კონსტრუქციის წონის შემცირება, მასალების ეკონომია და სხვა. მაგალითისათვის მე-3 ნახაზზე ნაჩვენებია ფოლადის თხელკედლიანი მსუბუქი პროფილებისაგან აგებული კარკასული ნაგებობა.



ა)

ბ)



ნახ. 3. მსუბუქი თხელკედლიანი ფოლადის კონსტრუქცია, დამზადებული C-მაგვარი პროფილისაგან (ა) და პროფილების შეერთება ფოლადის საფენის საშუალებით (ბ).

მსუბუქი კონსტრუქციების დასამზადებლად შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა ტიპის შეერთებები: ქანჩებით და ჭანჭიკებით, მოქლონებით, ე.წ. თვითსახრახნი ხრახნებით, შეწებვით, ასევე მათი კომბინირებით (Курякова 2011: 47-52).

ჩვენი აზრით, იმ შემთხვევაში, თუ კონსტრუქციაზე მოქმედი დატვირთვა დიდია, შეიძლება გამოყენებულ იქნას შედუღებით შეერთება, თუმცა, პროფილის კედლის მცირე სისქის გამო, ეს გარკვეულ სიძნელებთანაა დაკავშირებული.

ცნობილია, რომ შენადული შეერთების მიმართ წაყენებული ძირითადი მოთხოვნაა – ლითონისა და უდეფექტო შენადული შეერთების თანაბარსიმტკიცეობა. ამ პირობის პირველი ნაწილის შესრულება არ წარმოადგენს სირთულეს, რადგან ეს პროფილები ძირითადად დამზადებულია დაბალნახშირბადიანი და, ზოგიერთ შემთხვევაში, დაბალლეგირებული ფოლადებისაგან. პირობის მეორე ნაწილის შესრულება კი გარკვეულ სიძნელებთანაა დაკავშირებული, რადგან ბზარებთან, ფორებთან, არალითონურ ჩანართებთან ერთად ნაკერის ლითონიდან გამდნარი ლითონის გადინებაც დეფექტია, რომელიც შეიძლება ძაბვების კონცენტრაციის ადგილი გახდეს, გარდა ამისა, ეს ხელს შეუშლის კონსტრუქციაზე სხვა დეტალების მიერთებას.

ზოგიერთი მკვლევრის აზრით (Брудка 1974: 342; ყიფიანი 2016: 240-242), შესაძლებელია ისეთი შედუღების ტექნოლოგიის დამუშავება, რომელიც საშუალებას მოგვცემს მივიღოთ უდეფექტო შენადული შეერთება.

მიგვაჩნია, რომ ლითონის თხელკედლიანი მსუბუქი პროფილების შედუღებით შეერთებისათვის არსებობს შესაბამისი ტექნიკა, საშემდუღებლო მასალები და შეიძლება ოპტიმალური ტექნოლოგიის დამუშავება, შესაბამისი კვლევებისა და ექსპერიმენტების ჩატარების შემდეგ.

კვლევები ჩატარებულ იქნა 2, 3 და 4 მმ. სისქის ნიმუშებზე აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ლაბორატორიებში. კვლევებისათვის უდეფექტო შენადული შეერთებების მისაღებად გამოყენებულ იქნა ხელით ელექტრორკალური შედუღების პოსტი კვების წყაროთი АДФ-1202 და ნახევრად ავტომატური შედუღების დანადგარი BIMAX 4.165.

ხელით ელექტრორკალური შედუღების მოწყობილობის გამოყენება განაპირობა მისმა უნივერსალობამ. მისი გამოყენება შესაძლებელია როგორც სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად, ასევე სამონტაჟო სამუშაოების შესრულების დროს და, მთავარია, შედუღება შეიძლება ვაწარმოოთ ყველა სივრცულ მდებარეობაში. ნახევრად ავტომატური შედუღებისას კი შეიძლება გამოყენებულ იქნას საშემდუღებლო მავთული

მ. დოგრაშვილი, პ. ყიფიანი, ს. მინდაძე

დიამეტრით 0,8 მმ-დან, რაც საშუალებას იძლევა შედუღდეს კიდევ უფრო მცირე სისქის დეტალები. შედუღებისათვის გამოყენებული საშემდუღებლო მავთული СБ-08А დიამეტრით 0,8-1,2 მმ, ელექტროდი УОНИ 13/55 დიამეტრით 2-3 მმ. დამცავ აირად გამოყენებულ იქნა ნახშირორჟანგი.

ხელით ელექტრორკალური შედუღებისას გამჭოლი „ჩადნობის“ თავიდან ასაცილებლად კარგი შედეგი მოგვცა 2 მმ დიამეტრის ელექტროდის გამოყენებამ შედუღების დენით 70-80 ა, როდესაც შედუღება ხდებოდა „კუთხით უკან“ 45⁰-ით დახრილი ელექტროდის შემთხვევაში. ანალოგიური შედეგები მივიღეთ შედუღებისას „კუთხით წინ“.

ავტომატური შედუღებისას უდევქტო შენადული შეერთების მიღება შესაძლებელია 1,0 მმ დიამეტრის საელექტროდო მავთულით, 150 ა შედუღების დენის ძალით.

მიღებული შედეგები შეიძლება ჩაითვალოს, როგორც წინასწარი, რადგან თხელკედლიანი პროფილებისაგან დიდი ზომის კონსტრუქციების დამზადებისას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს გაუთვალისწინებელ მოვლენებს და საჭირო გახდეს საშემდუღებლო მასალების და შედუღების რეჟიმების კორექტირება.

ლიტერატურა

ყიფიანი, პარმენ გერაძე, პაატა მინდაძე, სვეტლანა დოგრაშვილი, მალხაზ 2016. “მშენებლობაში ენერგო და რესურსდამზოგი ტექნოლოგიები მსუბუქი, თხელკედლიანი ფოლადის კონსტრუქციების გამოყენებით”. IV საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „ენერგეტიკა: რეგიონალური პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები. 2016.

Рыбаков, В.А. 2011. Основы строительной механики легких стальных тонкостенных конструкций: учеб. пособие . СПб.: Изд-во Политехн. ун-та.

Куракова, В.Г. Намзеева, Т.В. 2011. “Виды узловых соединений в легких стальных тонкостенных конструкциях”. Инженерно-строительный журнал, №3(21), 2011.

Брудка, Я. Лубиньски, М. 1974. Легкие стальные конструкции. Изд.2-е, доп. М.: Стройиздат.

Civil and Structural Engineering

The possibility of manufacturing building structure from the steel thin-walled lightweight profiles

Malkhaz Dograshvili

malkhaz.dograshvili@atsu.edu.ge

Parmen Kipiani

Svetlana Mindadze

Akaki Tsereteli State University

Kutaisi, Georgia

mailto:malkhaz.dograshvili@atsu.edu.ge

The paper analyses the opportunities of designing building structures from thin-walled lightweight profiles of steel and their utilization while performing different building and reconstruction works. It highlights the main priorities of building method of steel thin-walled lightweight profiles and comparative analysis of their mechanic and technological characteristics; furthermore, it implies joint types used during the construction designing together with their positive and negative sides.

Keywords: building structures; welded joint; profile; lightweight structures; reconstruction.

The recently increased construction rates have significantly contributed to the increase in the use of metal structures, which is explained by their universality, high strength and appropriate plasticity. In addition, their use significantly reduces the construction timelines. In this regard, Kutaisi is no exception as well, and as the analysis of buildings constructed in recent years has shown in the construction of shopping complexes, gyms, warehousing facilities and especially when restoring old buildings, either entirely metal structures are used, or most of them come from metal structures.

As it is known, during the period of operation, buildings and structures are subject to both constant (structure's own weight, weight of technological pipelines various devices, etc.) and the temporary (caused by wind and snow) loads.

The development of technology for the design, calculation and fabrication of metal structures requires the use of metal materials that will allow us to significantly reduce the weight of the structure, which in turn will reduce the load on the buildings and structures. This issue is particularly relevant when restoring old buildings, and it is even more important when arranging the penthouse floor

over the old buildings, since the foundations of such buildings have a limited safety margin.

In recent years, the thin-walled lightweight structures have been actively used in this direction, for the manufacture of which various thin-walled, both open and closed profiles are widely used, including the angle bars, I-shaped bars, channel-shaped bars, rectangular or round pipes and so on. However, there are still questions about their use and reliability.

Roof trusses play a large role in the roofing and enclosing constructions of the buildings and structures, and the beams composed of two angle bars, which are connected to each other by means of metal sheets, are used on wide enough scale. This traditional solution has made it possible to design different types of trusses and, taking into account all the loads, we chose the intersection area, in order to efficiently solve the connection nodes and so on.

When selecting an intersection, we are trying to make sure that the number of angle bars of different profiles is not more than 4-6 over the entire truss. In many cases, however, the cross-sectional area and safety factor of the angle bars were significantly increased.

The loads acting on roof truss and metal structures in general are the best way to reduce the load caused by the own weight, which is realistic when using the lightweight thin-walled profiles.

The use of thin-walled steel in the construction of lightweight structures is contributed by many factors: no need to prepare a large foundation; assembling the construction is doing relatively easily and quickly due to the lightness of the profile; no need to use large lifting and transport devices; the absence of the so-called "wet works" allows the works to be performed throughout the year; the possibility of effective repair and reconstruction; structural weight reduction, material savings and so on.

Various types of connections can be used to manufacture lightweight structures: with bolts and nuts, rivets, the so-called "self-tapping screws", gluing, as well as combining them.

In our opinion, if the load on the structure is large, a welded joint can be used, however, due to the small thickness of the profile wall, this is associated with some difficulties.

It is known that the basic requirement for a welded joint is the equal strength of the base metal and the defective welded joint. Fulfilling the first part of this condition does not pose a difficulty, since these profiles are mostly made of low-carbon and, in some cases, low-alloy steels. The fulfilment of the second part of the condition is associated with some difficulties, because the leakage of molten

metal from the seam metal along with cracks, pores, non-metallic inserts is also a defect, which can become a place of stress concentration. In addition, this will prevent other details from attaching to the structure.

Some researchers believe that it is possible to develop a welding technology that will allow us to obtain a sound (free of defects) weld.

The authors of the article believe that there are appropriate techniques, welding materials for welding the thin-walled lightweight metal profiles, and the optimal technology can be developed after conducting relevant studies and experiments.

Studies were performed on 2, 3 and 4 mm thick samples in the laboratories of Akaki Tsereteli State University. Manual electro-arc welding post with power supply ADF-1202 and semi-automatic welding machine BIMAX 4.165 were used for obtaining the sound (free of defects) welded joints.

The use of manual electro-arc welding equipment was prompted by its universality. It can be used for the construction of buildings, as well as during installation work, and most importantly, welding can be performed in all spatial locations. In semi-automatic welding, there can be used welding wire with a diameter of 0.8 mm, which allows to weld parts with even smaller thickness. For welding, there were used the welding wire CB-08A with a diameter of 0.8-1.2 mm and the electrode YOHI 13/55 with a diameter of 2-3 mm. Carbon dioxide was used as a shielding gas.

In manual arc welding, the use of a 2 mm diameter electrode with a welding current of 70-80 A during the “backhand” welding in the case of a 45-degree angle electrode, gave good results with a view to avoiding the weld penetration during manual electro-arc welding. We obtained similar results during the “forehand” welding.

In automatic welding, a defect-free welded joint can be obtained with a 1.0 mm diameter electrode wire with a welding current of 150 A.

The results obtained could be considered as preliminary ones because in the manufacture of large structures from the thin-walled profiles unforeseen events may occur and it may be necessary to adjust the welding materials and welding modes.