

Міністерство освіти і науки України,  
Хмельницький національний університет (Україна)  
Люблінська Політехніка (Польща)  
Університет Вітовта Великого (м. Каунас, Литва)

*Присвячується 60-річчю  
Хмельницького національного університету*



## **СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРІЇ, ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТРАНСПОРТУ**

**Збірник тез доповідей  
Міжнародної науково-практичної конференції  
здобувачів вищої освіти і молодих учених**

**18-19 жовтня 2022 року  
м. Хмельницький**

**Сучасні тенденції розвитку інженерії, технологій та транспорту:**  
збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції  
здобувачів вищої освіти і молодих учених, 18-19 жовтня 2022 р. –  
Хмельницький : ХНУ, 2022. – 378 с.

У збірнику наведені тези доповідей, які розглядалися на Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Сучасні тенденції розвитку інженерії, технологій та транспорту» (18-19 жовтня 2022 р.).

Тези доповідей подано в авторській редакції з дотриманням індивідуального стилю. За фактичний матеріал і його інтерпретацію відповідальність несуть автори.

Відповідальний за випуск: д.т.н., проф. Олександренко В.П.

Технічний редактор: д.т.н., проф. Диха О.В.

Комп'ютерний набір і верстка: Марченко М.В.

© «Хмельницький національний університет», 2022

<i>Журбенко В.М., Беліков А.С.</i> Шляхи забезпечення охорони праці при виконанні робіт високої зорової точності .....	158
<i>Кусковець С.Л., Шаталов О.С., Овсіюк В.О.</i> Щодо питання вибухів побутового газу у житлових будівлях та шляхи їх запобігання .....	163
<i>Романішина О.В., Руснак Д.В.</i> Удосконалення напрямів забезпечення пожежної безпеки .....	169
<i>Третьяков О.В., Поташина К.С.</i> Визначення потенційної небезпеки у робочій зоні працівників транспортної галузі на основі інтегрального показника .....	174
<i>Третьяков О.В., Сігнаєвський О.М.</i> Визначення виробничого ризику промислового підприємства для управління охороною праці .....	180
<i>Черкашин О.В., Пономаренко Р.В.</i> Методика розрахунку імовірної кількості пожеж, які будуть ліквідуватися ланками газодимозахисної служби .....	184

### Архітектура та містобудування

<i>Басалюк Л., Сердечна А.</i> Самчиківський розпис як засіб розвитку світовідчуття та творчого потенціалу студентів технічних спеціальностей.....	193
<i>Гнезділова Д.М., Костюк С.А., Негай Г.А.</i> Імплементация житлових комплексів з модульних будинків в архітектурне середовище міста .....	196
<i>Дорофєєв О., Гара А.</i> Машикулі: історія виникнення .....	202
<i>Кухарчук О.О., Савельєва Д.І., Негай Г.А.</i> Концепція диференціації прибудинкового простору .....	206
<i>Нікітчук В.В., Негай Г.А.</i> Криволінійність в архітектурі.....	210
<i>Підгайчук С.Я., Яворська Н.М., Смутко С.В., Мельник М.В.</i> Використання комп'ютерних програм при розробці креслень фортифікаційних споруд .....	214
<i>Потапчук М.С., Негай Г.А.</i> Природа інформативності архітектури .....	216
<i>Савельєва Д.І., Риба К.С., Машовець Н.С.</i> Аналіз рекреаційної системи Хмельницької області .....	221
<i>Синюк К.О., Конопльова О.В.</i> Зелена архітектура як засіб гуманізації міського середовища .....	224

### Агроінженерія та галузеве машинобудування

<i>Білік Ю.М., Гусак І.О., Трофимчук М.О.</i> Установка для вирощування зеленого корму гідропонним методом .....	230
<i>Борис М.М., Остапцишин Е.С., Васильків В.В.</i> Установка для отримання соєвого молока .....	234
<i>Замойський С.М., Медведчук Н.К., Садовий І.Ю.</i> Автомобільні вантажні перевезення.....	238
<i>Замойський С.М., Помаля М.Я., Петренко А.Г.</i> Транспортно-технологічні процеси у сільськогосподарському виробництві .....	248

УДК 72.04

Дорофеев О., Гара А.

Хмельницький національний університет

## МАШИКУЛІ: ІСТОРІЯ ВИНИКНЕННЯ

*В статті розглядається питання щодо часу виникнення архітектурних елементів фортифікаційних споруд, а саме – машикулів. Найбільш поширеними вони були в період з XIII по XVI століття, та з часом зникли у зв'язку із все більшим розповсюдженням вогнепальної зброї.*

## A MACHICOLATION: HISTORY OF ORIGINATION

*The article examines the question of the time of origination of architectural elements of fortification structures, namely, – machicolations. They were most common in the period from the 13th to the 16th century, and eventually disappeared due to the increasing spread of firearms.*

Серед книг, статей та інших джерел, в яких досліджуються стародавні фортифікаційні споруди, спеціальні дослідження стосовно таких елементів, як машикулі донедавна були відсутні. Лише кілька років тому з'явилися дві статті Дж. Харріса (Harris J.) [1, 2]. Дослідник докладно розглядає особливості машикулів у військовій архітектурі середньовічної Західної Європи, але аналогічні пристрої Сходу залишилися поза увагою.

К. Носов [3] вивчав пам'ятки військового зодчества, що збереглися, образотворчі та письмові джерела з метою визначення місця та часу зародження машикулів, а також досліджував питання застосування машикулів у Стародавньому світі та Античності.

**Метою** даної статті є узагальнення даних щодо часу виникнення машикулів, пошуки серед оборонних споруд Давньої Русі елементів, які виконували ті ж самі функції, що й машикулі.

Отже, **об'єктом** наших досліджень є машикулі – архітектурні елементи фортифікаційних споруд (див. рис. 1). Вони призначались для вертикального захисту підшов оборонних мурів, біля яких утворювались мертві зони, недосяжні для обстрілу з бійниць. Також застосовувались для гасіння розведеного противником вогню.

К. Носов виділяє п'ять різновидів машикулів:

1) у вигляді ряду навісних бійниць, влаштованих між кам'яними

консолями під парапетом. Зазвичай саме цей тип мають на увазі під терміном "машикулі";

2) у вигляді дерев'яної галереї, яка влаштована на рівні парапету. Найбільш відомий під англійською назвою хординг (*hoarding* або *hours*), але можна зустріти термін *brattice*;

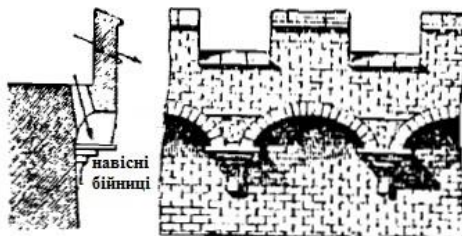


Рис. 1 – Схема навісних бійниць (машикулів)

3) у вигляді виступу-балкона, оснащеного знизу одним або декількома бійницями. Ця компактна структура могла бути прибудована на середині висоти стіни або на рівні парапету; могла бути закритою чи відкритою зверху. У передній та бічних стінках балкона могли робити додаткові бійниці, що дозволяло вести не лише вертикальний, а й фронтально-фланговий вогонь. Така конструкція найбільш відома під терміном бретеш (франц. *bretèche*), але англійські дослідники зазвичай називають її коробоподібними машикулями (англ. *box machicolation*), мабуть тому, що *bretesche* – це шотландський термін позначення дерев'яної галереї-хордінга;

4) арочні машикулі (франц. *machicoulis sur arc*, англ. *buttress-machicoulis* або *slot machicoulis*). Конструктивно вони нагадували арку, у верхній частині якої було зроблено отвір. Арки могли прилаштовуватися із зовнішнього боку стіни або бути частиною арочного прорізу воріт.

5. До машикулів можна віднести і так звані отвори-вбивці (англ. *murder holes*, франц. *meutrières*). Це отвори, що влаштовуються у стелі ворітного проходу. Могли знаходитись до ворітних ступок або у пастці між двома воротами (або опускною решіткою та ворітними ступками).

Вважається, що найбільш широко машикулі застосовувались протягом XIII-XVI століть у фортецях Європи, Близького Сходу та Русі.

В питанні часу виникнення зустрічаються суттєві розбіжності.

Дж. Харріс [1] висловлює припущення, що найдавніші машикулі, що збереглися, – це арочні машикулі. Найдавнішими зразками, що збереглися, він вважає машикулі в Ухаїдірі (Ukhaidir, Ірак, VIII ст.), у воротах Гормас

(Gormaz, мавританська Іспанія, середина X ст.) і в північно-західній вежі внутрішнього периметра укріплень Крак де Шевальє (Kraak des Chevaliers, замок хрестоносців у Сирії, невдовзі після 1170 р.).

С. Той (Тоу S.) [4] дає найдавнішу дату появи машикулів – близько 1500 р. до н.е.

В ісламській архітектурі ранні зразки машикулів-бретешів можна виявити над брамою Каср аль-Хайр аль-Шаркі (Qasr al-Hayr al-Sharqi). Ця пам'ятка складається з двох майже квадратних у плані споруд. Більша будова датується 728-729 р. (часом правління омейядського халіфа Хішама), а менша, можливо, була закладена тоді ж, але закінчена вже за Аббасидів у другій половині VIII ст.

Рудиментарний машикуль-бретеш можна спостерігати в вежі монастиря у Каср аль-Хайр аль-Гарбі (Qasr al-Hayr al-Gharbi). Монастир був побудований в 559 р. гасанидським правителем Аль-Харіт ібн Джабала.

Можна припустити наявність машикуля-бретеша й над головним входом у Каср Бшир (Qasr Bshir / Castra Praetorii Moberi). Цей римський форт на Лімес Арабікус (Limes Arabicus) має досить надійне датування – згідно з написом над входом він був побудований у 293–305 роках, що відсуває факт знайомства римлян з машикулями, принаймні до початку IV ст. н.е.

Існує письмова вказівка у Флавія Веґеція Рената (трактат написаний між 390 і 410 рр.) на машикулі: «Стіна над воротами має бути влаштована так, щоб були отвори, через які зверху можна було б лити воду і тим самим загасити підкладений вогонь».

З деяким допущенням можна вважати, що машикулі застосовувались і в епоху еллінізму. Мова йдеться про так званий Західний форт у Мирі (Mura West Fort, Лівія, Мала Азія).

Конструкції, що нагадують машикулі, можна бачити при дослідженні давніх артефактів (бронзова модель урартської фортифікації з Топраккале (Toprak Kale), датована кінцем VIII ст. до н.е.; рельєф із Рамессеуму, датується XIII ст. до н.е.; рельєфи XII ст. до н.е. з Медінет-Абу, похоронного храму Рамсеса III; фрагмент глиняної моделі укріплень, знайденим у хетській столиці (Хаттус) і датований XV або XIV ст. до н.е.; фрески з двох гробниць XI династії (Khéty і Baqet III) та однієї гробниці XII династії (Amenemhat), датовані приблизно 2040-1780 рр. до н.е. тощо).

Отже, за версією К. Носова [3] батьківщиною машикулів, мабуть, варто визнати Стародавній Єгипет, де найдавніші артефакти свідчать про їх застосування ще близько 3000 р. до н.е. Вони були вельми поширеними

на Близькому Сході до появи Олександра Македонського. Потім були кілька століть, відзначених їх рідким застосуванням. Але вони не були забуті й епізодично з'являлися у пам'ятниках військового зодчества Близького Сходу. Нарешті, при Омейядах починається їхнє широке застосування, а парою століть пізніше машикулі проникли до Європи.

В оборонних спорудах Давньої Русі X-XII ст. в найпростіших типах дерево-земляного укріплення (за В. Яковлевим) використовувались такі елементи, як підсябиття (від «бити під себе») (рис. 2) [5, 6]. Ці навісні стрільниці є нічим іншим, як машикулями.

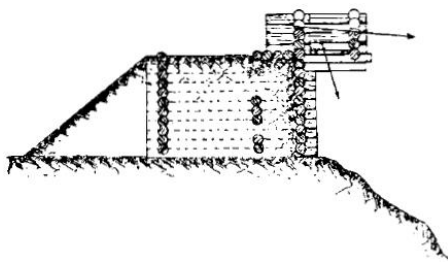


Рис. 2 – Найпростіший тип дерево-земляного укріплення

Машикулі, як елементи фортифікаційних споруд, зустрічаються і на Поділлі – на верхньому ярусі церкви в с. Сутківці, в фортеці Кам'янець-Подільського тощо.

З появою вогнепальної зброї та переходом до бастионної системи укріплень машикулі поступово втратили своє оборонне значення.

### Література

1. Harris J. Machicolation: History and Significance // The Castle Studies Group Journal. – № 23 (2009–2010). – P. 191–214.
2. Harris J. Machicolation: Some postscripts // The Castle Studies Group Journal. – № 24 (2010–2011). – P. 232–245.
3. Носов К. Происхождение машикулей. / К. Носов // «Археология & Фортификация Среднего Поднестров'я». Збірник матеріалів III Всеукраїнської науково-практичної конференції / [редкол.: В. С. Травінський (відп. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2013. – С. 96-105.
4. Toy S. Castles: Their constructions and history. – New York, 1985.
5. Яковлев В.В. История крепостей. / В.В. Яковлев – М.: ООО «Фирма «Издательство АСТ»; СПб.: ООО «Издательство Полигон», 2000, 400 с.
6. Липа К. Під захистом мурів. / К. Липа. – К.: Наш час, 2007. – 184 с.