

О.В. БОНДАРЕНКО, к.т.н., ст. викл. каф. ТММ і САПР НТУ "ХПІ"

ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ШТУЧНИХ ТОЧОК СТРАХОВКИ ТА ОПОРИ ДЛЯ АЛЬПІНІЗМУ

Розглянуто основні сучасні засоби організації штучних точок страховки та штучних точок опори. Описано їх конструктивні особливості та аспекти використання, надано перелік переваг та недоліків. Виділено основні напрямки конструктивних пошуків поліпшення характеристик існуючих та проектування нових засоби організації штучних точок страховки та штучних точок опори для альпінізму та скелелазіння з огляду на сучасні вимоги поліфункціональності та безпеки. Описано конструктивні рішення та їх силовий розрахунок, як існуючих моделей так і запропонованої. Розглянуто підхід побудови робочого профілю запропонованої моделі ексцентрикового елемента. Описано основні конструктивні особливості запропонованої моделі ексцентрикового елемента.

Ключові слова: альпінізм, елементи страховки, організація точок опори, робочий профіль, ексцентриковий елемент.

Вступ. Актуальність задачі. Багато сучасних людей, беручи до уваги гіподинамічний характер життя, невід'ємно пов'язують своє життя зі спортом. Деякі обирають екстремальні види спорту, до останніх належать альпінізм та скелелазіння. Правилами Федерації альпінізму та скелелазіння України обумовлено пересування по скелястому рельєфу виключно з організацією страховки. Одними з основних складових альпіністського спорядження є штучні точки страховки та штучні точки опори (ШТС та О) [1], які дозволяють фіксувати на скельному рельєфі елементи страховки. Різноманітність та складність скелястого рельєфу, а також ріст вимог до безпеки, призвели до появи цілого "спектру" ШТС та О. При цьому вони займають значну фінансову частину затрат при екіпуванні спортсмена. Виробництвом ШТС та О займаються багато фірм з різних країн: США ("Black Diamond"), Німеччини ("Petzl", "Vaude"), Франції ("Societe de Prospection et d'Inventi Techniques") та Італії ("CAMPI").

Таким чином, аналіз конструкцій ШТС та О, модернізація існуючих конструкцій та розробка нових з раціональними геометричними параметрами, що дає змогу підвищити їх функціональність та безпечність, є актуальними.

У межах даної статті розглянемо основні найбільш розповсюджені ШТС та О та основні моменти розрахунку геометрії робочих поверхонь ексцентриків, як існуючих конструктивних рішень, так і запропонованих.

Огляд сучасних ШТС та О. Існує велике різноманіття ШТС та О, але широко застосовуються лише ті, що відповідають вимогам безпеки та зручності використання [2, 3].

Скельні гаки (рисунок 1) – металеві клини з вушком, яке спирається на поверхню скелі після забиття у тріщину. Виготовляються гаки з сталевих, титанових, алюмінієвих, молібденових сплавів. Відносно розташування площин клину гака та вушка виділяють: вертикальні, горизонтальні та універсальні скельні гаки. За профілем поперечного перетину клину гаки поділяються на: плоскі, V-подібні, Z-подібні, П-подібні. Навантаження на цю точку страховки може досягати 2000 кг, але зазвичай воно дорівнює 500-700 кг [1] (рисунок 2).

Шлямбурні гаки – використовуються на технічно важких сходженнях, при прокладанні нових маршрутів та рятувальних роботах. Існує багато моделей шлямбурних гаків (рисунок 2), але зазвичай вони складаються з втулки (алюмінієві сплави, рідше латунь та сталь), елементів, що її розклинають, провущини та кріплення. Принцип дії побудовано на встановленні втулки у спеціально зроблений в скелі отвір (глибина – 20-70 мм, діаметр – 8(10) мм), розклинювання її за допомогою конуса, закріплення провущини болтом та гайкою. Правильно встановлений, він може витримати поперечне навантаження 4-5 тонн, що є суттєвою перевагою при їх використанні. Але встановлення цих гаків потребує використання додаткового спорядження у вигляді пробійника, дрилі та перфоратора. Вказаний недолік був ліквідований фірмою "Societe de Prospection et d'Inventi Techniques" (Франція), яка впровадила "SPIT" – шлямбурні гаки з коронкою на втулці, якою користуються у якості пробійника. Суттєвими недоліками є неможливість повторного використання більшості моделей та значна ціна.

Одним з різновидів є шлямбурні гаки, що не розклинаються ("Collinox", "BatInnox" фірми "Petzl" (Німеччина)). Вони встановлюються в спеціально зроблений отвір у скелі, фіксація здійснюється за допомогою клею (навантаження до 5 т.).

Закладні елементи – вид спорядження, призначені для організації ШТС та О шляхом заклинення чи розклинення головки, до якої кріпиться тросова або мотузкова петля, між стінками тріщини. Головки виготовляють з алюмінієвих сплавів, рідше з міді, сталі, пластмаси. Різновиди форм головок обумовлені характером скельної породи. Далі представлені найбільш розповсюджені типи.

Стоппер – головка у вигляді піраміди чи клину з ку-



Рисунок 1 – Скельні гаки: а – горизонтальний, б – П-подібний, в – універсальний

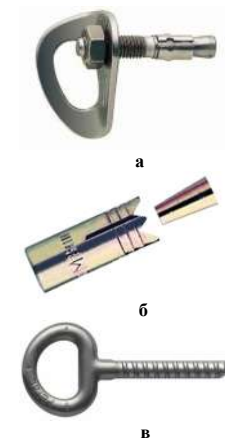


Рисунок 2 – Шлямбурні гаки: а – звичайний, б – "SPIT", в – "Collinox"

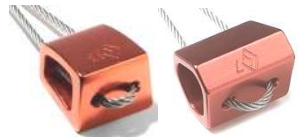


Рисунок 3 – Стоппер-парус та гекса

том між гранями 5° - 15° . Він може бути встановлений в двох положеннях. Набули поширення "паруси" (рисунок 3) – стоппери з опуклою однією чи двома гранями, така форма робить некритичним кут тріщини, в яку він встановлюється.

Гекса – тип закладного елемента, що встановлюється у тріщину, має головку у вигляді шестигранної асиметричної призми, основи якої зрізані під кутом (див. рисунок 3). Протилежні грані гекс утворюють різні кути заклинення, що дає змогу дієво застосовувати їх у більш широкому діапазоні кутів тріщин, а зміщене відносно центру тріщини кріплення тросу чи мотузки дає додатковий обертовий момент, що підвищує заклинення. Зрізані під кутом основи дають змогу встановлювати гексу подібно до стоппера. Вищесказане робить гекси універсальним елементом альпіністського спорядження, але висока технологічність значно підвищує їх вартість.

Циліндричні, Т-подібні закладні елементи, скельні якоря та інш. відносяться до менш розповсюджених елементів спорядження і зазвичай виготовляються спортсменами самотужки.

Ексцентрики – головка виконана з криволінійною поверхнею (рисунок 4), яка дає змогу надійно заклинюватися в тріщинах з рівними стінками, що розташовані паралельно. На поверхні криволінійної робочої поверхні прорізано паз-канавку в яку закладається стропа, яка кріпиться за верхів'я. Заклинення проводиться натягом петлі донизу. Більш розповсюдженими є ексцентрики конструкції В.М. Абалакова [4] та TRI-CAM [5, 6]. Перші сьогодні промислово не випускаються, а другі виробляються фірмою CAMP (Італія).



Рисунок 4 – TRI-CAM та ексцентрик Абалакова

Френди – кулачковий елемент з геометрією, що змінюється. Використовуються в спортивному скелелазінні та альпінізмі для організації ШТС та О в щілинах. Френди складаються з міцного стержня (може бути гнучким), до якого на вісі закріплюються рухомі кулачки (ексцентрики), та тяг. Кулачків зазвичай 3-4, вони підпружинені та можуть рухатися незалежно один від одного. Тяги потрібні для зміни відносного положення кулачків, що дає змогу змінювати діапазон розкриття останніх. Вказані аспекти дають змогу френдам розклинюватися в щілинах з певним діапазоном ширини та нерівними стінками. Френди чутливі до ривків, що поперечні стержню. Тому їх встановлюють таким чином, щоб стержень співпадав з напрямком можливого ривка. Френди виготовляються багатьма європейськими та американськими фірмами, на теренах України – фірма "Крок". Різновидом френдів є *камалоти* (рисунок 5) – торгова марка фірми "Black Diamond". Відрізняються тим, що кулачки кріпляться на двох окремих вісях, це дає змогу реалізувати більш стійке розташування в тріщинах та більш широкий діапазон розкриття.

Аналіз існуючих конструкцій ШТС та О показав, що більш перспективними для подальшого удосконалення є закладні елементи типів ексцентрик та френд. Ці типи елементів спорядження мають ряд переваг та недоліків. До переваг можна віднести можливість реалізації певного діапазону перекриття – відношення максимальної до мінімальної ширини тріщини, у яких може бути заклинена ШТС та О. Діапазон перекриття є важливою експлуатаційною характеристикою, покращення якої є необхідним. До недоліків – відносно велика вартість, велика кількість рухомих елементів (френди), місця з'єднання яких забиваються брудом та піском при експлуатації. З точки зору практичного застосування, ексцентрик повинен заклинюватися у тріщинах з паралельними стінками та зі стінками, що розширюються у напрямку ривка – властивість, яка не досягнута існуючими конструкціями та може бути обрана у якості основного критерія при проектуванні.



Рисунок 5 – Френд

Виділимо основні вимоги до засобів ШТС та О: відносно мала вага, поліфункціональність, невелика кількість рухомих елементів, менша ціна порівняно з аналогами. У якості основного критерія проектування обрано можливість заклинюватися у тріщинах зі стінками, що розширюються у напрямку ривка.

Конструктивні рішення та їх силовий розрахунок. Для вибору геометричних параметрів ексцентрика необхідно розглянути схему його навантаження, яка будується відповідно до умов його роботи, відносно бажаних властивостей, що закладає проектувальник. З точки зору практичного застосування, ексцентрик повинен заклинюватися у тріщинах з паралельними стінками та зі стінками, що розширюються у напрямку ривка. Розглянемо випадок заклинення ексцентриків типу TRI-CAM та Абалакова для довільного положення у тріщині з паралельними стінками (схема навантаження зображена на рисунку 6, прийняті наступні позначення: Q – сила навантаження від спортсмена; N_1, N_2 – сили реакції опор відповідно в точках B_i та A_i ; F_{mp1}, F_{mp2} – сила тертя відповідно в точках B_i та A_i ; b_i – ширина тріщини; c_i – відстань від точки B_i до A_i вздовж стінки; a_i – глибина паза ексцентрика).

Відповідно до рисунку 6 та прийнятих позначень знайдемо основні залежності, що характеризують геометричні співвідношення параметрів профілю ексцентрика, необхідних для його заклинення. Для цього розглянемо рівняння рівноваги сил та моментів. Сума моментів відносно точки B_i :

$$\sum M_{B_i} = 0; Q \cdot (b_i - a_i) - N_2 \cdot c_i - F_{mp2} \cdot b_i = 0. \quad (1)$$

З урахуванням, що $F_{mp2} = N_2 \cdot f$, де f – коефіцієнт тертя, виразимо силу Q :

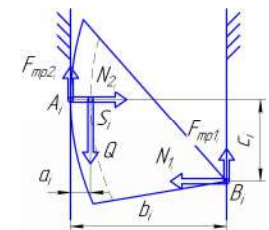


Рисунок 6 – Схема навантаження ексцентрика

$$Q = \frac{N_{2_i} \cdot (c_i + f \cdot b_i)}{b_i - a_i}. \quad (2)$$

Сума сил на горизонтальну вісь:

$$\sum F_x = 0; N_{1_i} - N_{2_i} = 0; N_{1_i} = N_{2_i} = N_i. \quad (3)$$

Сума сил на вертикальну вісь:

$$\sum F_y = 0; F_{mp1_i} + F_{mp2_i} - Q = 0; f \cdot (N_{1_i} + N_{2_i}) - Q = 0; Q = 2 \cdot f \cdot N_i. \quad (4)$$

Прирівняємо вирази (2), (4) та з урахуванням (3) знайдемо взаємозв'язок між геометричними параметрами ексцентрика:

$$\frac{N_i \cdot (c_i + f \cdot b_i)}{b_i - a_i} = 2 \cdot f \cdot N_i; c_i = f \cdot (b_i - 2 \cdot a_i). \quad (5)$$

Залежність (5) можна використати при проектуванні ексцентрика, але проектування може проходити двома шляхами: а) задавшись значенням $a_i = const$ та задаючи з відповідним кроком значення b_i , знаходимо c_i (випадок відповідає ексцентрику Абалакова); б) задавшись мінімальним значенням a_{min} , що відповідає максимальній розрахунковій ширині тріщини (b_{max}), знаходимо відношення $\frac{c_i}{b_i}$,

яке для подальших розрахунків приймається константою, задаючи з відповідним кроком значення b_i , знаходимо c_i та a_i (тобто глибина канавки для стропи буде змінною в залежності від положення ексцентрика).

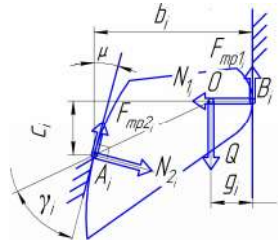


Рисунок 7 – Схема навантаження запропонованого ексцентрика

Запропоновано відмовитись від ексцентриків з канавкою та застосувати інше конструктивне рішення – ексцентрик з незмінною точкою прикладання навантаження від спортсмена, додавши йому властивість, яка підвищить функціональність цього елемента – заклинення в тріщинах, що розширюються у напрямку навантаження. Зробимо припущення, що одна зі стінок такої тріщини є вертикальною. Розглянемо конструктивну схему та схему навантаження (рисунок 7, прийняті наступні позначення: Q – сила навантаження від спортсмена; N_{1_i}, N_{2_i} – сили реакції опор відповідно в точках B_i та A_i ; F_{mp1_i}, F_{mp2_i} – сили тертя відповідно в точках B_i та A_i ; b_i – відстань по горизонталі від вертикальної стінки тріщини до точки контакту (A_i) криволінійного профілю з протилежною

стілкою; c_i – відстань від точки B_i до A_i вздовж вертикальної стінки; g_i – відстань від точки B_i до O (точка прикладання навантаження) вздовж вертикальної стінки; γ_i – кут між нахильною стінкою тріщини та відрізком OA_i ; μ – кут нахилу стінки тріщини (найбільш розповсюджені кути 8-12 град.).

Розглянемо рівняння рівноваги сил та моментів опираючись на схему навантаження та прийняті позначення. Сума моментів відносно точки B_i :

$$\begin{aligned} \sum M_{B_i} = 0; \\ Q \cdot g_i + b_i \cdot N_{2_i} \cdot \sin(\mu) + c_i \cdot N_{2_i} \cdot \cos(\mu) + \\ + c_i \cdot N_{2_i} \cdot f \cdot \sin(\mu) - b_i \cdot N_{2_i} \cdot f \cdot \cos(\mu) = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Звідкіля маємо:

$$N_{2_i} = \frac{Q \cdot g_i}{b_i \cdot f \cdot \cos(\mu) - b_i \cdot \sin(\mu) - c_i \cdot \cos(\mu) - c_i \cdot f \cdot \sin(\mu)}. \quad (7)$$

Сума сил на горизонтальну вісь:

$$\sum F_x = 0; N_{1_i} - N_{2_i} \cdot \cos(\mu) - N_{2_i} \cdot f \cdot \sin(\mu) = 0. \quad (8)$$

Сума сил на вертикальну вісь:

$$\sum F_y = 0; Q - N_{1_i} \cdot f - N_{2_i} \cdot f \cdot \cos(\mu) + N_{2_i} \cdot \sin(\mu) = 0. \quad (9)$$

Підставимо (8) в (9) та знайдемо N_{2_i} :

$$N_{2_i} = \frac{Q}{f \cdot (f \cdot \sin(\mu) + \cos(\mu)) + f \cdot \cos(\mu) - \sin(\mu)}. \quad (10)$$

Прирівняємо вирази (7) та (10) і знайдемо взаємозв'язок між геометричними параметрами ексцентрика:

$$c_i = \frac{b_i \cdot f \cdot \cos(\mu) - b_i \cdot \sin(\mu) - g_i \cdot (f \cdot (f \cdot \sin(\mu) + \cos(\mu)) + f \cdot \cos(\mu) - \sin(\mu))}{f \cdot \sin(\mu) + \cos(\mu)}. \quad (11)$$

Залежність (11) використаємо при проектуванні ексцентрика, прийнявши значення g та μ , задаємо з відповідним кроком значення b_i , знаходимо c_i .

Побудова робочого профілю ексцентрика. Задача побудови робочого профілю ексцентрика подібна до задачі синтезу кулачкового механізму. Для побудови профілю ексцентрика необхідно мати певний набір даних, а саме: довжин відрізків OA_i та кутів γ_i (ці параметри визначаються з силових співвідношень), а також функцію зміни довжини відрізка OA в залежності від кута повороту тіла ексцентрика. Але вказаної функції не існує, і запропоновано наступний підхід розв'язання цієї задачі.

Розглянемо частину робочого профілю (рисунок 8) і виконаємо заміну математично ідеальної кривої на ломану лінію, бо побудова профілю здійснюється за набором дискретних точок. Вказана ломана лінія складається з відрізків $K_i K_{i+1}$, у межах яких лежать точки A_{i+1} . Точки K_i є точками перетину ліній $p_i - p_i$ та $p_{i+1} - p_{i+1}$. Точки K_i повинні розташовуватися між точками A_i та A_{i+1} , що обумовлено необхідністю уникнення відсікання тіла ексцентрика. Положення точок K_i визначає кут ξ_i ($\angle A_i O A_{i+1}$), який треба визначити. Задамо умову рівності відрізків $K_i A_i = K_i A_{i+1}$, яка дає змогу пов'язати $O A_i$ та $O A_{i+1}$.

Розглянемо два трикутника $\Delta A_i O K_i$ та $\Delta A_{i+1} O K_i$ та, взявши до уваги вказану вище умову, отримаємо залежність для кута ξ_i :

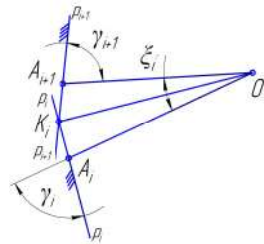


Рисунок 8 – Схема частини робочого профілю

$$\xi_i = \arccos\left(\frac{(O A_i)^2 + (O K_i)^2 - (K_i A_i)^2}{2 \cdot O A_i \cdot O K_i}\right) + \arccos\left(\frac{(O A_{i+1})^2 + (O K_i)^2 - (K_i A_i)^2}{2 \cdot O A_{i+1} \cdot O K_i}\right) \quad (12)$$

Здесь $K_i A_i = \frac{(O A_{i+1})^2 - (O A_i)^2}{2 \cdot O A_{i+1} \cdot \cos(180 - \gamma_i) - 2 \cdot O A_i \cdot \cos(\gamma_i)}$;
 $O K_i = \sqrt{(K_i A_i)^2 + (O A_i)^2 - 2 \cdot K_i A_i \cdot O A_i \cdot \cos(\gamma_i)}$.

Таким чином, маємо всі необхідні геометричні параметри для побудови робочого профілю ексцентрика. Задаючи значення b_i в деякому діапазоні з необхідним кроком, зможемо отримати довжини радіус-векторів та кутів між ними. Задачу зручно розв'язувати в програмних продуктах, створених самотужки, чи використовувати комерційні, які дозволяють реалізовувати математичні алгоритми, наприклад, Mathcad.

Приклад побудови робочого профілю ексцентрика. Задамося переліком вхідних даних: b_i – відстань по горизонталі від вертикальної стінки тріщини до точки контакту (A_i) криволінійного профілю з протилежною стінкою, початкове

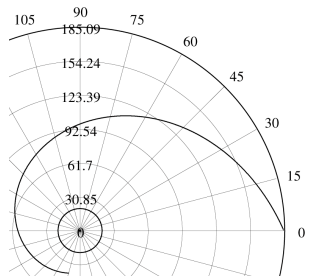


Рисунок 9 – Розрахований профіль ексцентрика

значення $b_{\max} = 200$ мм, кінцеве значення $b_{\max} = 60$ мм; $g_i = \text{const} = 20$ мм – відстань від точки B_i до O (точка прикладання навантаження) вздовж вертикальної стінки; $\mu = 10^\circ$ (середнє значення). Розрахунок було виконано з кроком $\Delta b = 0,1$ мм. Вказаний вище алгоритм було реалізовано в середовищі Mathcad. У результаті розрахунків було отримано профіль, зображений на рисунку 9.

Для подальшої роботи з отриманим профілем, а саме – визначення геометричних параметрів ексцентрика, розглянемо рисунок 10. На рисунку 10 прийняті наступні позначення: β_i – кут від горизонталі до відрізка $A_i O$, $\beta_i = \sum_{i=1}^i \xi_i$; σ_i –

кут від горизонталі до дотичної кривої, $\sigma_i = 180^\circ - (\gamma_i - \beta_i)$; δ – кут від горизонталі до дотичної кола радіусом g , що проходить через точку A_1 , $\delta = \arccos(g / A_1 O)$.

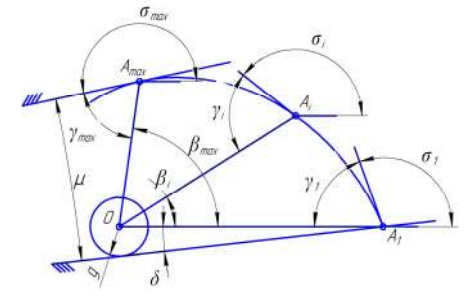


Рисунок 10 – Частина робочого профілю ексцентрика

Обрання геометричних параметрів ексцентрика, тобто можливого діапазону перекриття, обмежується можливістю встановлення ексцентрика у тріщину мінімального розміру (точки A_1 та A_{\max} на рисунку 10). Таким чином, задавшись початковим значенням $A_1 O$, можна використовувати всі точки отриманої кривої доти, поки

$\sigma_i = \sigma_{\max} \geq (180^\circ + \mu + \delta)$, що відповідає куту $\beta_i = \beta_{\max}$. Використання точок кривої після A_{\max} нераціонально для даного номіналу ексцентрика, бо неможливо здійснювати контакт зі стінкою. Але остаток кривої можливо використати для іншого номіналу ексцентрика, що забезпечить діапазон перекриття тріщин менших розмірів.

Для випадку вказаних вхідних даних було отримано наступні результати, що характеризують крайні точки (першу та max): $\delta = 6,203^\circ$, $\sigma_1 = 113,598^\circ$, $\beta_1 = 0^\circ$, $\gamma_1 = 66,401^\circ$, $b_1 = 200$ мм, $c_1 = 43,54$ мм, $A O_1 = 185,191$ мм, $\sigma_{820} = 196,621^\circ$, $\beta_{820} = 85,559^\circ$, $\gamma_{820} = 68,937^\circ$, $b_{820} = 118,1$ мм, $c_{820} = 19,179$ мм, $A O_{820} = 99,957$ мм. Діапазон перекриття дорівнює: $b_1 / b_{820} = 1,6934$.

Загальний вигляд профілю ексцентрика представлений на рисунку 11, де подвійною лінією відображено частини профілю, що стикаються зі стінками тріщини. Конструктивні особливості: в т. O розташовується вісь, навколо якої вільно проходить стропа для прикладання навантаження; тіло кулачка може мати розвантажувальні отвори, або виконано з двох пластин – бокових поверхонь, з'єднаних штифтами; також для збільшення тертя поверхня робочого профілю може бути рифленою. Питання стійкості при встановленні та загальної міцності будуть розглянуті у наступній роботі.

Висновки:

1. Проведено огляд основних сучасних засобів організації ШТС та O для альпінізму та скелелазіння.

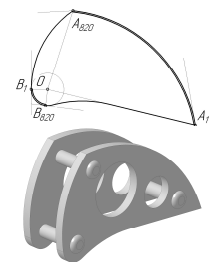


Рисунок 11 – Профіль та загальний вигляд ексцентрикового кулачка для організації ШТС та O

2. Обрано ряд вимог до ШТС та О та основний критерій при проектуванні - заклинюватися у тріщинах із паралельними стінками та зі стінками, що розширюються у напрямку ривка.

3. Обрано певні види засобів ШТС та О, які потребують більш детального розгляду для розширення їх функціональності та проектування нових моделей.

4. Записано основні залежності між геометричними параметрами запропонованої моделі засобу ШТС та О, які отримано завдяки аналізу силових співвідношень, що визначаються з умови заклинювання у тріщинах зі стінками, що розширюються у напрямку ривка. Запропоновано підхід побудови робочого профілю ексцентрикового кулачка.

5. Описано основні конструктивні особливості запропонованої моделі ексцентрикового кулачка для організації ШТС та О.

Список літератури: 1. Начальная подготовка альпинистов. Часть 1. Введение / Под ред. Захарченко П.П. – М.: СпортАкадемПресс, 2003. – 296 с. 2. *Пит Хилл, Стюарт Джонстон* Навьки альпинизма. Курс тренировок. – М.: Гранд-фаир, 2005. – 192 с. 3. *Хаттинг Гарт* Скалолазаніе: Базовое руководство по снаряжению и техническому оснащению. – М.: Изд-во Фаир, 2006. – 96 с. 4. *Лукоянов П.И.* Самодельное туристическое снаряжение. – М.: Книга по требованию, 2012. – 240 с. 5. *Хаттинг Гарт* Альпинизм: Техника восхождений, ледолазания, скалолазания: Базовое руководство. – М.: Изд-во Фаир, 2006. – 160 с. 6. *Хуберг Гарт* Альпинизм сегодня. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 263 с. 7. *Хуберг Герман.* Альпинизм сегодня. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 263 с.

Bibliography (transliterated): 1. Nachal'naja podgotovka al'pinistov. Chast' 1. Vvedenie \ Pod red. Zaharchenko P.P. – Moscow: SpotrAkademPress, 2003. – 296 p. 2. Pit Hill, Stuart Dzhonston Navyki al'pinizma. Kurs trenirovok. – Moscow: Grand-fair, 2005. – 192 p. 3. Hatting Gart Skalolazanie: Bazovoe rukovodstvo po snarjazheniju i tehniceskomu osnashheniju. – Moscow: Izdatel'stvo Fair, 2006. – 96 p. 4. Lukojanov P.I. Samodel'noe turisticheskoe snarjazhenie. – Moscow: Kniga po trebovaniju, 2012. – 240 p. 5. Hatting Gart Al'pinizm: Tehnika voshozhdenij, ledolazaniija, skalolazaniija: Bazovoe rukovodstvo. – Moscow: Izdatel'stvo Fair, 2006. – 160 p. 6. Huberg Gart Al'pinizm segodnja. – Moscow: Fizkul'tura i sport, 1980. – 263 p. 7. Huberg German Al'pinizm segodnja. – Moscow: Fizkul'tura i sport, 1980. – 263 p.

Надійшло (received) 09.03.2013