

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Уманський державний педагогічний університет  
імені Павла Тичини

**Мелентьєв О. Б.**

# **Технічна творчість**

Навчальний посібник

Умань  
АЛМІ 2021

УДК 37.015.31:62](075.8)

М47

**Рецензенти:**

*Корець М. С.*, доктор педагогічних наук, професор, академік АНВО України;

*Пащенко Д. І.*, доктор педагогічних наук, професор УДПУ ім. Павла Тичини.

*Рекомендовано до друку вченою радою*

*Уманського*

*державного педагогічного університету імені Павла Тичини*

*( протокол №7 від 28.12.21 р.)*

**Мелентьєв О. Б.**

М47 Технічна творчість : навч. посіб. О. Б. Мелентьєв ; МОН України, Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини. – Умань : АЛМІ, 2021 – 211 с.

ISBN 966-675-233-6

У посібнику висвітлено основні питання з моделювання, конструювання, основ раціоналізаторства, які викладені у популярній формі і розраховані на самостійну роботу студентів.

Посібник може бути корисним студентам педагогічних ВУЗів, вчителям технологій, керівникам гуртків технічної творчості, дизайну та спортивно-технічних гуртків.

**УДК 37.015.31:62](075.8)**

ISBN 966-675-233-6

© Мелентьєв Б. О., 2021

## Вступ

Задача посібника поглибити уявлення учнівської молоді, що займається технічною творчістю з основ моделювання, конструювання та раціоналізаторської роботи, а також підготувати майбутніх учителів до організації та керівництва технічною творчістю у школі та позашкільному закладі.

Посібник дозволяє самостійно опанувати необхідні теоретичні відомості для розробки та виготовлення пристосувань, пристроїв, приладів на практичних заняттях з технічної творчості, основи конструювання та раціоналізацію технічних об'єктів.

Теоретичні відомості до практичних робіт підібрані таким чином, що дають змогу дати повні відповіді на контрольні запитання. Контрольні запитання охоплюють всі основні питання з моделювання, конструювання та основ патентознавства та раціоналізаторства.

# ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1. Історія технологій та техніки .....	8
1.1 Історичні аспекти створення бумеранга .....	19
1.2. Знаряддя для добування вогню тертям і свердлінням .....	25
1.3. Історія механізмів .....	37
1.4. Арбалети.....	65
Розділ 2. Основи авто моделювання та конструювання .....	71
2.1. Оцінювання моделей автомобілів.....	77
2.2. Проектування авіаційної моделі .....	80
2.3. Елементи аеродинаміки та теорії польоту .....	87
2.4. Організація проведення змагань з авіамоделювання .....	94
2.5. Класифікація суден та кораблів, їх основні устрії та розміріння .....	96
2.6. Змагання моделей суден та кораблів .....	102
2.7. Історія ракетомоделізму та правила проведення змагань з ракетомоделювання.....	104
2.8. Проектування та виготовлення одноступінчастої моделі ракети .....	108
2.9. Пристрої для запуску моделей ракет .....	115
2.10. Проектування та виготовлення складної моделі копії ракети «09» та її запуск .....	119
Розділ 3. Основи конструювання.....	123
3.1. Архітектурно-художні закономірності формоутворення технічних об'єктів .....	123
3.2. Вимоги ергономіки на стадії художнього конструювання технічного об'єкту.....	126
3.3. Конструювання та виготовлення пристроїв по технічному завданню .....	129

3.4.	Етапи проектування технічного об'єкту у гуртках технічної творчості .....	132
3.5.	Вибір завдання на конструювання та вимоги до пристроїв.	134
3.6.	Приклади розв'язання конструкторських задач .....	135
3.7.	Приклад оформлення проекту.....	138
3.8.	Вибір оптимального варіанту схеми конструкції та її розмірів .....	151
3.9.	Вибір геометричної форми та матеріалів конструкції, вибір способів з'єднання її деталей .....	153
3.10.	Етапи оформлення раціоналізаторської пропозиції .....	156
3.11.	Етапи складання заявки на винахід .....	160
Розділ 4.	Проектування та виготовлення бумерангів.....	170
4.1.	Форми і розміри бумерангів.....	170
4.2.	Методика конструювання та виготовлення бумерангів.....	176
4.3.	Сучасні професійні бумеранги.....	179
Розділ 5.	Проектування та виготовлення повітряних зміїв .....	188
5.1.	Двохкоробчатий змій Лавріщева .....	188
5.2.	Змій конструкції Потера.....	189
5.3.	Змій Коніна.....	192
5.4.	Змій авіамоделіста Громова .....	195
5.5.	Змій конструкції Григоренко .....	197
5.6.	Вибір місця для запуску повітряного змія .....	200
5.7.	Керовані повітряні змії.....	204
5.8.	Поради для запуску керованих повітряних зміїв.....	208
Література .....		210

## Розділ 1. Історія технологій та техніки

У первісному суспільстві протягом сотень тисяч років не було науки в сучасному розумінні цього слова. Можна вести мову тільки про стихійне використання явищ природи, про накопичення, ціною незліченних зусиль і жертв, практичного досвіду, який отримував відображення у формі звичаїв, прикмет, повір'їв, заборон.

Потім настав період, протягом якого накопичений досвід перетворювався на знання, пізніше почалося перетворення їх на науку, тобто відбулося систематизування знань, оформлення правил і прийомів наукових описів і доказів.

Наука Нового часу відряховує свій термін з початку XVI століття.

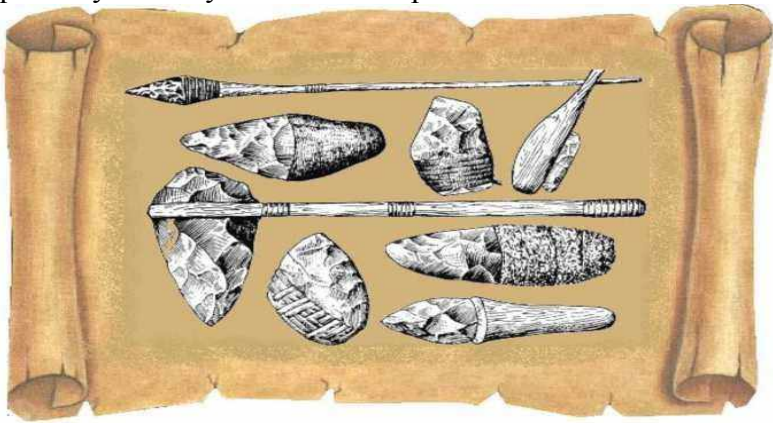
Ми вважаємо, що науково-технічний розвиток людства являє собою внутрішньо пов'язаний процес, обумовлений об'єктивними законами, розвитком техніки і технології.

На ранніх етапах розвитку людського суспільства, ми не зможемо назвати ні імен конкретних творців нової техніки, ні точних дат відкриттів і винаходів. У різних кінцях нашої планети ці винаходи і відкриття повторювалися безліч разів, забувалися, відновлювалися, поки, зрештою, не входили в повсякденну практику людей.

Невідомі нам первісні винахідники, наші далекі предки, згодом втілилися в легендарні образи титанів, напівбогів і героїв, які то отримували перші знаряддя праці в готовому вигляді від богів, то викрадали у богів вогонь (вогонь знання). Їх пригоди справедливо вважаються міфами. Але не менш міфічними виглядають відкривачі різних нововведень або люди, які їх описали, – імена яких сховані під звучними псевдонімами Аристотель, Архімед, Герон та інші. Навіть багато пізніше, всього тисячу – вісімсот років тому, коли роль окремих винахідників стала більш ясною, процес створення нових знарядь і засобів виробництва продовжував залишатися результатом роботи багатьох авторів, представників різних народів. Найбільші технічні досягнення людства продовжували залишатися

«безіменними».

І все ж дослідження історії техніки дозволяє вибудувати деяку послідовність подій. Адже кожному зрозуміло, що ніяке нововведення не може з'явитися раніше матеріалів чи технологій, на які воно спирається, або раніше, ніж суспільство отримає потребу в ньому, і можливість його реалізувати. А якщо воно все ж з'явиться, з нього вийде лише те, що можна назвати «іграшкою», а не технічним нововведенням, оскільки воно не має можливості увійти у виробничий оборот через свою унікальність. Так наприклад порох винайдений у Китаї перший час використовувався для розваг у якості феєрверка і лиш згодом став використовуватись у військовій справі.



Мал. 1.1. Ручні кам'яні рубила різних видів

Перейдемо ж до нашої первинної історії.

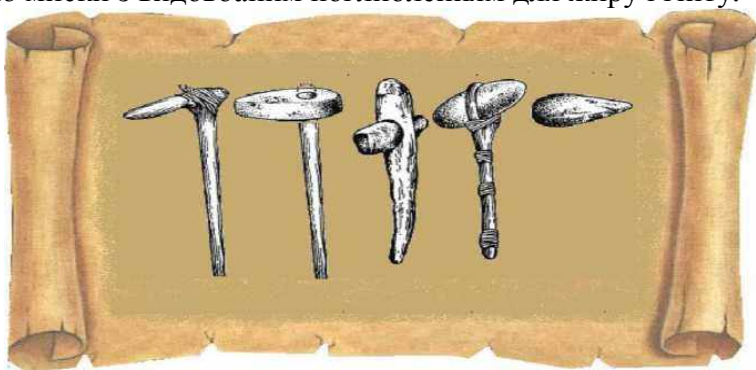
Кам'яні знаряддя, які виготовляла первісна людина, пройшли надзвичайно тривалу еволюцію; епоха оволодіння каменем і навичками його примітивної обробки навіть носить спеціальну назву – кам'яний вік. Вважається, що слідом за ним послідовно йшли мідний, бронзовий і залізний віки, але це не зовсім вірно. Кам'яні знаряддя застосовувалися навіть на початку залізного віку, так як були більш технологічними, ніж аналогічні інструменти з металу; мідного ж століття взагалі не було, і про це докладніше буде сказано нижче. А що стосується залізного і бронзового століть, то вони могли розвиватися паралельно на

різних територіях, просто перемога залишилася за залізом в силу його більшої дешевизни, якості та технологічності.

У кам'яному столітті люди мали у своєму розпорядженні величезну кількість різноманітних знарядь праці: сокири, ножі, пилки, струги, скребки з тонких осколків каменів, молотки, шила і свердла, голки зі слонової кістки, списи і гарпуни. У них були навіть знаряддя для виготовлення знарядь. Палка як знаряддя і важіль також відноситься до найдавніших придбань.

З давнини люди застосовували два важливих механізми: лук і списометалку (атлатль). Лук – перший створений людиною механізм, який діє за принципом накопичення енергії. Лучник, поступово натягуючи лук, повідомляє йому свою енергію, що накопичується і зберігається в луку доти, поки вона не буде звільнена в концентрованій формі в момент пострілу. Виготовлявся лук найчастіше з в'яза. Стріли його досягали в довжину 1 метра, дальність бою становила від 80 до 450 метрів, а скорострільність у хорошого мисливця досягала 20 пострілів на хвилину.

Освоєння підтримки і використання вогню – перша технічна революція, що мала величезне значення в майбутньому; лише дещо пізніше був зроблений винахід його добування технічними засобами. З часом вогонь стали використовувати для освітлення житла: створили світильники, кам'яні лампи, які представляли собою миски з видовбаним поглибленням для жиру і гніту.



Мал.1.2. Кам'яні сокири та мотики, складені знаряддя  
Виникли перші осередки гірських розробок кременю,



кременистого сланцю, кварциту, обсидіану, базальту, діориту, абразивного пісковика, будівельного каменю і т. Д., Причому видобуток зазвичай починалася з родовищ сировини, що не прихованих в глибинах землі. Поступово шар породи йшов углиб, і людина пробивав у товщі вертикальні ями (шахти), які в окремих випадках досягали в діаметрі 3 метрів і глибини 15 метрів. Внизу яму розширювали бічними виїмками (штреками) на 1-2,5 метра, щоб вибрати побільше породи. Таким чином, вже в неоліті застосовувалися типові шахти-дзвони, які викопувалися в Англії для видобутку вугілля майже до початку ХІХ століття.

Так само ще в епоху кам'яного віку відбулася подія, що мало величезне значення у розвитку культури, – винахід кераміки. Перші гончарі виготовляли примітивну глиняний посуд без гончарного круга, способом налепа або спірально- Жгутова. Винахід випалу посуду стало відкриттям першого штучного матеріалу в історії людства – безводного силікату, в який перетворювалася глина в результаті випалення.

Другою найважливішою для господарства революцією після освоєння вогню став перехід від збирання «дикої» їжі до вирощування злаків та інших рослин, одомашнення тварин. Так отримали рясний і надійне джерело їжі; почався перехід до осілого способу життя, і як наслідок почалося зростання народонаселення.

Кам'яний вік закінчився у різних племен в різний час, а деякі з них живуть в кам'яному столітті аж до теперішнього часу. Поступово люди розселилися і освоювали нові землі. Різні умови праці та життя визначили і відмінності в знаряддях праці: людині, уходившему на північ, треба було приділяти більше уваги спорудженню жител і виготовлення одягу, ніж його екваторіальному сучасникові.

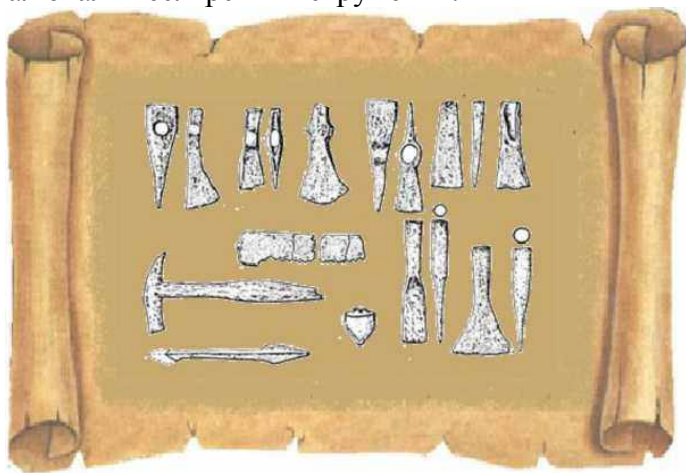
Перехід до землеробства (і скотарства) заклав справжнє початок історії людського суспільства.

Землеробство – початок прогресу

Щоб розвивати землеробство, потрібні були спеціальні знаряддя праці: дерев'яна мотика для розпушування ґрунту, дерев'яний або кістяний серп з крем'яної насадкою для жнив

хлібних злаків, ціп для їх обмолоту, ручний жорно для розмелювання зерна.

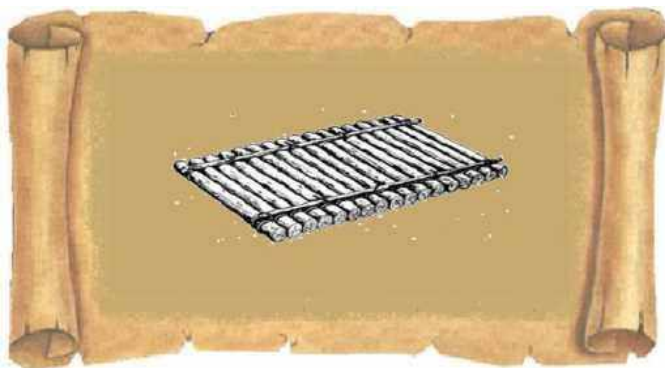
Слід мати на увазі, що збирання і полювання, скотарство і землеробство – це цілком стійкі і самостійні способи виробництва. Перехід з одного стану в інший вимагає великих соціальних змін і вже у всякому разі отримання знань і технологій. Так що землеробство як основа життєзабезпечення не могло б повністю замінити в цьому відношенні полювання та збір їжі, якби не було цілого ряду допоміжних нововведень. Земельні ділянки під посіви доводилося розчищати; урожай треба було прибирати. Для виготовлення дерев'яної мотики і серпа потрібні спеціальні інструменти, і для цього (та й для інших цілей) люди вдосконалювали теслярські інструменти.



Мал. 1.3.Бронзові теслярські інструменти

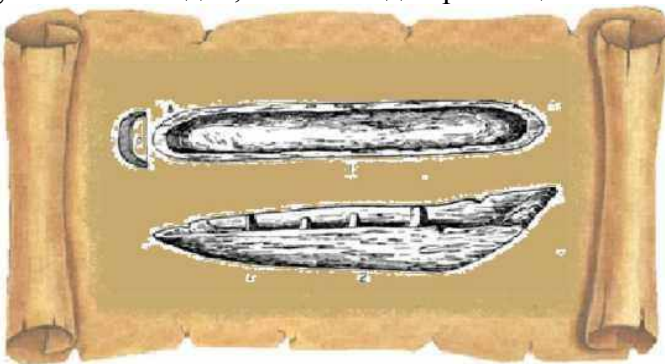
**Пліт** – був чи не найдавнішими плавзасобом праукраїнців. Будували його таким чином: брали декілька стовбурів дерев і з'єднували їх гужвою (запареними в гарячій воді стовбурцями молодих дерев), мотузками або поперечними брусками. Плоти були дуже дешеві, прості у виготовленні та користуванні. Їх використовували для переправи через ріки як пороми, для сплавлення різних вантажів за течією річки. Коли пліт прибував на місце призначення – його розбирали, а деревину використовували для інших потреб. Крім того, плоти довгий час

використовували для сплавлення лісу, особливо у Карпатах та Поліссі.



Мал. 1.4. Пліт

Поява нових засобів пересування, надійної навігації, виробництво товару в масовій кількості привели до початку так званої торгової революції, що настала в останні століття Середніх століть. Тут знову все закономірно. Прогресивні методи господарювання дали більшу кількість додаткового продукту. Більше додаткового продукту – більше людей, вільних від виробництва їжі.



Мал. 1.5. Довбані човни

**Довбані човни** почали використовуватися скрізь, де тільки був ліс. У довжину човна досягали 10 метрів, завширшки – 1,5 метра, в глибину – до 60 сантиметрів, товщина стінок становила 4-6 сантиметрів. Такі довбанки мали слабо загострений, трохи піднятий ніс, широку корму і плоске дно; киль у них відсутній, сидіння теж. Плавали, сидячи навпочіпки або стоячи, приводячи

посудину в рух одинарними гребками (первинними веслами) або жердиною.

Найбільш ефективним способом рибальства була ловля риби за допомогою мережі (типу кошелькового невода). Її плели з ниток, виготовлених з кори волокнистих рослин, а сама ловля полягала в тому, що рибалка, закріпивши один кінець невода на березі і рухаючись на човні, скидав мережу в воду, намагаючись захопити якомога більшу акваторію, а потім з другим кінцем мережі підпливав до берега і тягнув її з ліпшої рибою за обидва кінці.

Так людина освоїла плетіння, і так з'явилася елементарна основа майбутнього текстильного виробництва.

Достеменно відомо, що один з найважливіших торгових шляхів «Із варяг у греки» проходив Дніпром і поєднував Балтійське та Чорне моря. Крім того, можна зазначити, що у всі часи, а особливо у давнину, коли не було доріг, судноплавство було найбезпечнішим і доволі дешевим способом подолання відстаней. Окрім Дніпра судноплавство було розвинуте також на Десні, Прип'яті, Бузі, Дністрі та Сіверському Донці.

**Моноскліт** (човен-однодеревка) – у роботах грецьких істориків є згадки про те, що наші пращури уміли будувати човни. Так, імператор Лев Філософ у своїй «Тактиці» писав: «Північні скіфи не мають великих кораблів, тому що виходять в море з річок, де не можна плавати на великих кораблях і доводиться користуватися легкими човнами». Це були так звані човни-однодеревки або, як їх називали греки – «моноскліти». Будували їх з одного цільного стовбура. Для побудови моноскліта використовувались широкі у обхваті дерева, а найціннішими вважали ті, що були пробиті блискавкою (їх було легше обробляти). Для побудови човнів використовували липу, вербу, осику, сосну, дуба та інші породи дерев. Спочатку зрубували стовбур, очищали його від гілок, потім обтесували майже до половини, надавали форму човна і випалювали середину або ж видовбували її долотом. Такі човни були доволі компактними. Їх перевагою була міцність корпусу, простота виготовлення, а недоліком – порівняно мала місткість. Навіть із найстарішого (19

м. в обхваті) дерева вдавалося зробити човна завширшки не більше трьох метрів. Та це не заважало нашим пращурам ще на початку УІІ століття підкорити простори Чорного, Егейського, Мармурового, Середземного та Адріатичного морів. А в 626 році здійснити напад на Грецію.

Своєрідність освоєння земель та їх використання вплинуло на характер землеробства і на конструкцію ґрунтообробних знарядь слов'ян. Очевидно, вони дізналися від скіфських землепашцев про рихлящімі ґрунтообробні знаряддя – Рале і застосовували його для обробки окультурених м'яких ґрунтів. Однак таке знаряддя виявилось зовсім непридатним для обробки лісових розчищень підсобного землеробства. Горизонтально поставлений леміш-ральнок чіплявся за які у ґрунті коріння і відламують.

Тому ще до застосування заліза широке поширення у слов'ян отримало найпростіше дерев'яне знаряддя, незамінне в підсічно землеробство, – борона-суковатка.

Виготовляли суковатка тут же в лісі з ялини. Обрубували вершину, зрубали дрібні сучки і залишали тільки великі, оброблені на відстані 50 - 70 см від стовбура. До коні суковатка приєднували мотузкою, зачепленою за вершину стовбура. Під час руху суковатка здійснювала повороти навколо своєї осі. Прямі зуби – сучки легко перескакували через залишки коренів і добре скородили ґрунт. Суковатка використовували і для загортання насіння, висіяних на поверхню поля.

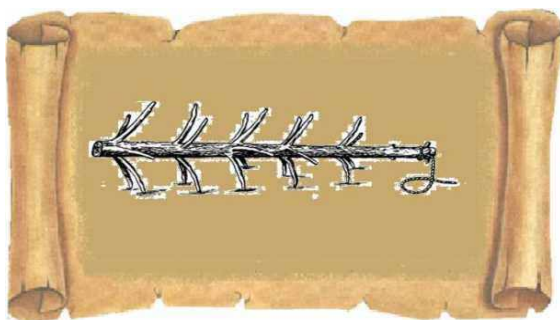
Згодом слов'яни стали виготовляти штучну суковатка – многозубовую соху. Такі знаряддя застосовували селяни північних районів навіть наприкінці минулого сторіччя. Їх називали насошкі. Зуби-сошники кріпили до спеціальної поперечині вертикально або з невеликим нахилом до поверхні ґрунту.

Така конструкція сохи була придатна для обробки розчищених від лісу ділянок. Вони були легкі й володіли великою маневреністю. При зустрічі з корінням або камінням соха виходила з землі, перекочуючись через перешкоду і знову швидко заглиблюючись. При цьому вона досить добре розпушувати

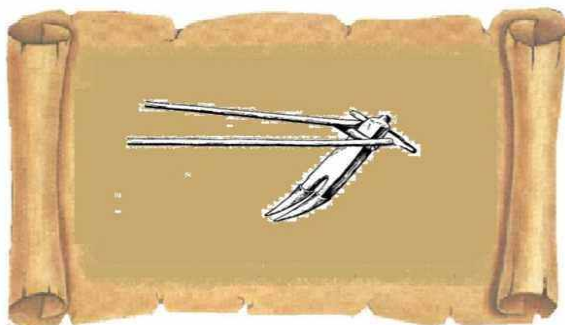
грунт.

Вибір числа зубів сохи визначався силою коня. Тому частіше застосовували двухзубові і трехзубові сохи. За тяговому зусиллю вони були цілком під силу малорослому і малосилої давньоруської коні.

Подальше вдосконалення сохи відбувалося в тісному взаємозв'язку з розвитком подсечної системи землеробства. Ретельна розчищення поля, викорчовування великих і дрібних пнів і їх коренів створили умови для обробки ґрунту многозубовими ралами з невеликими залізними сошниками, а пізніше двухзубий лісовий сохою або цапулькою, хоча сошники ще встановлювалися вертикально до ґрунту і тому сгуживать, борознили землю. Нарешті, був створений пізній тип звичайної сохи, яка дійшла до наших часів.



Мал. 1.6. Борона-суковатка



Мал. 1.7. Двухзубова соха

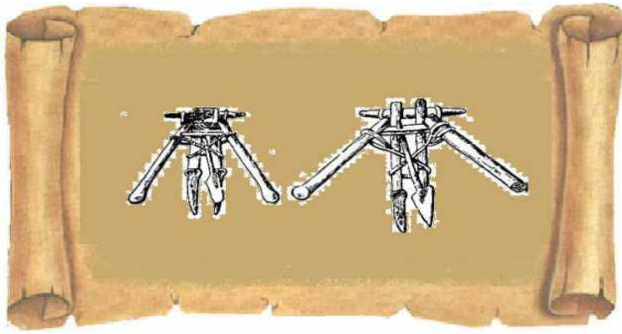
В давнину сохою називали «развілье», всякий сук, прут або стовбур, який закінчується на одному зі своїх кінців роздвоєнням: двома рогами або зубами. Це широке значення слова «соха» – основне і найдавніше. Підтвердженням цьому служить, наприклад, застосування слова «соха» до виразу «сохатий олень». Застосування цього слова в значенні «орне знаряддя» більш пізній і приватне.

Спочатку російський народ назвав сохою таке землеробське знаряддя, у якого робочий орган мав роздвоєний кінець. На кінці насаджували дві ральнік. У російській народному фольклорі можна часто зустріти прислів'я та народні загадки, що підтверджують двузубе сохи: «Брати Данила дорогу до глини пробили»; «Баба-яга вилами нога, весь світ годує, сама голодна».

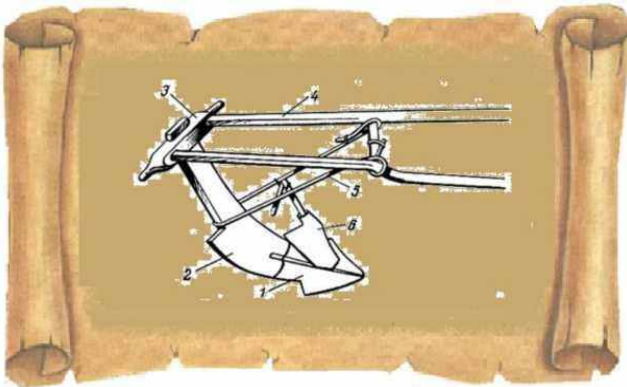
Остов (корпус) сохи являє собою за формою трикутник. Одну сторону трикутника утворює стійка сохи, складова її основу. Її називали Рассоха. До Рассоха кріпили решта сошникової частини. Другу (верхню горизонтальну) сторону трикутника утворюють голоблі сохи. Їх називали обжамі. Третю сторону, що сполучає низ Розсохи з голоблями, утворювали підщепи.

Рассоха мала й інші місцеві назви: гребля, плаха, лапа, шахрай і ін. Плаха – це злегка викривлена і роздвоєна внизу товста палиця. Її вирубували, як правило, з нижньої частини березового, осикового або дубового дерева. Іноді вибирали дерево з корінням.

Рассоха обробляли і закріплювали так, щоб нижній роздвоєний кінець був дещо загнутий вперед. На різки Розсохи насаджували залізні наконечники – ральнік, так щоб вони були звернені вістрями не вниз, а вперед. Верхній кінець Розсохи з'єднували з обжамі сохи за допомогою тонкого прутка – Рогаля. Кріплення було нежестким. Тому розсоха мала деякий вільний хід стосовно Рогаля. Переміщаючи верхній кінець Розсохи по Рогаль вперед і назад, змінювали нахил ральнік до поверхні поля – регулювали глибину оранки. Рогаль служив також і рукояткою для орача. Тому вираз «взятися за рогаль» означало взятися за рілля.



Мал. 1.8. Колова соха



Мал.1.9. Соха з полицей: 1 – ральник; 2 – розсоха; 3 – рогаль; 4 – голоблі; 5 – підщепа; 6 – перекладна полиця.

Ральник виготовляли у вигляді трикутних ножів з розтрубом для кріплення на різках розсохи. Насаджували ральник на розсоху не в одній площині, а жолобком, щоб ґрунтовий пласт підрізалося як знизу, так і збоку. Це знижувало тягове зусилля і полегшувало роботу коні. Змінюючи нахил сохи, можна було навіть відвалювати пласти в сторону.

У доісторичні часи орали сохою без коліс, яку сам орач підтримував на потрібній висоті і під потрібним кутом. Соха давала нерівну борозну, але навіть і для цього орачеві доводилося докладати величезних зусиль. На відміну від сучасного плуга, який відрізає стерню і перевертає її, соха просто дряпала ґрунт. Таким первісним знаряддям, тільки оснащеним залізним лемешем, у країнах Середземномор'я користувалися дуже довго.



Для обробки м'яких ґрунту вона ще якось годилася, але для твердого ґрунту на більшій частині Північної та Західної Європи була просто марна.

Варварські племена, що населяли територію між Данією і Баварією, винайшли значно продуктивніший важкий плуг, який розрізав і перевертав стерню. Новий плуг отримав з VI століття широкого поширення в Європі. У своєму остаточному вигляді він був забезпечений вертикальним ножем, розрізати ґрунт, лемешем, підрізати пласт, відвалом, перевертають цей пласт, і колесами, що дозволяли орачеві вести більш рівну борозну і облегчавшими його працю, роблячи непотрібним підтримку плуга руками на потрібній висоті. Неясно, коли плуг оснастили усіма цими пристосуваннями. Колеса до загального ужитку увійшли лише з XI століття, відвал був винайдений, мабуть, ще пізніше.

До XIII століття послідовне вдосконалення плуга додало йому майже сучасного вигляду. Крім більш продуктивного перевертання ґрунту, цей плуг дозволяв проводити борозни, що чергуються з гребенями, що покращувало дренаж і дозволяло обробляти родючі ґрунти на низовинах. Різко підвищилася врожайність продовольчих культур. Надлишок харчування звільнив людей для інших занять – ремесла, торгівлі та винахідництва.

## **1.1 Історичні аспекти створення бумеранга**

Бумеранг (англ. boomerang, запозичено з мови аборигенів Австралії), різновид дерев'яної металної палиці, бойова і мисливська зброя, у минулому поширена у багатьох австралійських племен. Палиці, схожі на бумеранг, зустрічалися також в Давньому Єгипті, Південній Індії, Південно-східній Азії, Мексиці.

Є оригінальним відгалуженням в родині палиц-металок із-за здатності робити коло і повертатися. Нерідко його використовували для ігор і тренувальних змагань. Хто придумав?

Історична батьківщина бумеранга до цих пір не визначена. І багато дослідників сходяться на думці, що винайшли його не австралійці. До Австралії бумеранг потрапив набагато пізніше із розвиненіших цивілізацій. Передбачувана батьківщина бумеранга – Індія і стародавній Схід. Саме з цих місць він потрапляє в Європу. Існують цікаві свідчення єпископа Севільї, що жив в 7 столітті, і що описав в своїх історичних працях свій досвід спостереження такої зброї: «Її називали *clava* (палиця), і зроблена вона була з двома залізними рукоятками (булавами) з обох боків. Інший – *cateia* (булава, що летить), це свого роду гальська ракета, що складається з матеріалу, який при невмілому кидку довго не летить. Але запущений правильно і сильною рукою, він повертається до того, хто кидає.»

Найстаріші знахідки металеві зброї з дерева належать періоду Палеоліту і датуються 5000 – 1800 роками до н.е. Основна особливість бумерангів тих часів – їх приналежність до елітних каст військових лідерів. *Cateia* (кельтське слово) – зігнута зброя з характерною здатністю повертатися, використовувалася Галами і Тефтонцями.

У Греції використовували подібну зброю з терміном «*lagobolon*» – як металка на зайців.

Північна Скандинавія: зігнута металеві зброя з деревини відома починаючи з раннього Кам'яного віку (приблизно 5000 до н.е.). На Уралі знахідки датуються з часу 2000 до н.е.

У Північній Африці, постійне використання бумерангів тривало від Неолітичного Віку (приблизно від 6000 до н.е.) до недавнього минулого. Це, ймовірно, розповсюдилося від північного Сходу до північного Заходу та Атлантичного океану (Судан, Камерун, Гвінея, Нігер, Марокко, Канарські Острови). Дерев'яні палиці-металки і бумеранги були характерним елементом старої культури мисливців степу. У Марокко, бумеранг використовували для ігор, а також як ритуальний предмет, багато розписаний і прикрашений коштовностями. Після винайдення заліза (приблизно 600 років до н.е.) така зброя поступово відійшла.

У давньому Єгипті бумеранги хоч і використовували як

зброю в битвах, реальне застосування вони все ж таки мали на полюванні і в ритуалах. Особливо благородні спритні єгиптяни використовували їх для полювання на птахів. У ритуалах бумеранг мав здатність зброї богів. Ритуальні розписні бумеранги із слонової кістки, знайдені недалеко від могили Тутанхамона, датуються приблизно 1340 до н.е. У Єгипті було розроблено дуже багато видів металевих зброї.

На Близькому Сході (приблизно від 3000 до н.е) використовували бумеранги як зброю, що підкреслює приналежність свого господаря до правлячої династії. Саме така зброя служила більше символом влади, ніж застосовувалася конкретно. Форма таких бумерангів і багатий розпис на них, здавалося, не були придатними для практичного використання. Більшість доказів були знайдені в межах областей Ассирії і Вавілонії. Деякі дослідники стверджують, що австралійський бумеранг був отриманий з вавилонської зброї богів. На півночі древньої Індії металеві дерев'яні зброя використовувалася для полювання. На півдні – для війни. Поступово дерево поступилося місцем залізу і слонової кістці. До теперішнього часу, бумеранг втратив своє застосування як зброя і став предметом культу. Символіку бумеранга, який здатний повертатися, ми знаходимо в легендах Індії – удар блискавки, наприклад, повертається в руки бога після того, як він кине її.

У Америці металеві зброя була незамінною для полювання. Особливо це стосується Південно-західної частини Північного материка. Але розповсюджуючись північніше він все більш перетворювався на сокиру. Бумеранг добре знали в Мексиці, а Бразильські шамани використовують його і нині.

На Півдні Целебес, бумеранги використовували, щоб вигнати птахів з полів рису. На Центральному Целебесі, Яві і Суматрі і також в Квінсленді, їх робили з бамбукових рейок, в перев'язці (хрестоподібної форми).

Австралія – сьогодні головна країна бумерангів, хоча вони і не знайдені у всіх її областях. Бумерангів немає там на крайній півночі і в Тасманії. Найлегший бумеранг служив для здобичі риби. Цей предмет знали не тільки аборигени Австралії. В даний

час археологи виявили бумеранги практично на всіх континентах нашої планети.

Австралійцям був відомий бумеранги, що повертаються, здатні у польоті описувати складні лінії, замкнуті вісімки і тому подібне. Такий бумеранг є зігнутою пластиною, утворюючою дві лопаті нерівної довжини, нижня поверхня яких плоска, а верхня – опукла (перетин подібно до профілю гвинта літака). Динаміка польоту бумеранга, що здійснює одночасно поступальний і обертальний рух, досить складна: порівняльне швидке обертання бумеранг в повітрі створює аеродинамічний момент, що діє на Бумеранг, як на гіроскоп, що обертається і постійно відхиляє його від напрямку польоту. Лінія польоту залежить також від напрямку вітру і мистецтва кидка.



Мал.1.10. Види бумерангів.

Традиційний дволопатовий бумеранг зловити практично неможливо, оскільки центр обертання у нього знаходиться поза лопатями. Втім, стародавньому мисливцеві цього і не потребувалось.

З початку бумеранг був у якості металюної планууючої палиці. Найперші виготовляли з кістки, потім – з дерева, причому деревина не повинна була мати сучків, а шари повинні були повторювати форму бумеранга. Ця зброя широко розповсюдилася не тільки в Австралії і Африці, але і в Європі. Археологи знайшли його навіть на території Польщі. Бумеранги використовувалися і в стародавніх ритуалах як гіпнотичний засіб. Сьогодні, в століття пластмаси, бумеранги знайшли собі застосування в спорті. Асоціації бумерангістів є в США, Канаді, Германії, Франції. Діє Всесвітня асоціація бумеранга, видається журнал Many Harpu

Returns («Багато щасливих повернень»), проводяться міжнародні чемпіонати, де бумерангісти змагаються в швидкості, точності і витривалості.

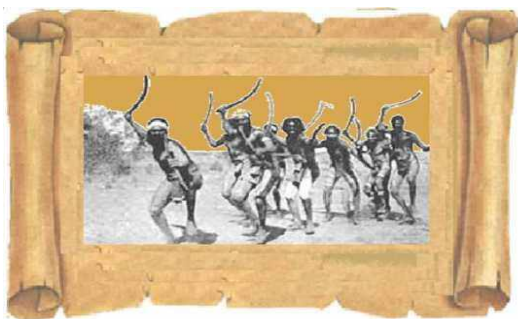
Бумеранг, це оригінальна зброя – найдосконаліший витвір техніки первісної людини, який довгий час викликало здивування учених. Дійсно, дивні, заплутані фігури, що описуються бумерангом в повітрі, здатні спантеличити кожного.



Мал.1.11.Траекторія польоту бумеранга під час полювання.

Бумеранг добре відомий через свою властивість повертатися назад, до місця, з якого був проведений кидок. Насправді цією властивістю володіють далеко не всі бумеранги – так називаються ті, що повертаються, при належному умінні, певній силі і напрямку вітру.

Судячи з розкопок, аналоги бумеранга були відомі багатьом народам. Цілком можливо, що в Австралії вони збереглися тільки тому, що там не був винайдений лук, ефективніша зброя полювання і війни.

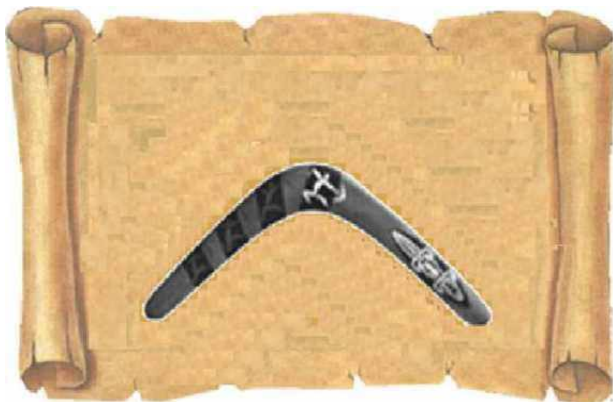


Мал.1.12. Бумеранг використовувався аборигенами як іграшки і засіб для полювання

Бумеранг використовувався аборигенами як іграшка для дітей і улюблений спортивний снаряд для молоді та майбутніх мисливців. У іграх з бумерангом і змаганнях, охоче брали участь і дорослі. Лише у одному випадку його застосовували для полювання: влаштовуючи облави на зграї птахів. Аборигени натягували над землею тенета, потім кидали бумеранги. Крутившись над землею, він летів із страшним свистом, що лякало птахів, вони злітали і заплутувалися в тенетах .

Перші європейці вважали бумеранги за «примітивні дерев'яні мечі». Лише у 1802 році французький інженер Франсис-Луї Баралльє, що перебував на британській службі, вперше описав політ бумеранга: «Вони кидають його в повітря або паралельно землі, примушуючи його повертатися до себе, причому з такою швидкістю, що його неможливо побачити, чутний тільки його свист». Баралльє ніяк не називає цей металевий снаряд, лише описує його як «шматок дерева у формі півкола».

На різних мовах австралійських аборигенів бумеранг іменувався по-різному. Люди племені турууол – мешканці долини Джордж-рівер, поблизу Сіднея, – називали його «бу-мар-ранг». Саме під цим ім'ям бумеранг був в 1822 році вперше детально описаний, і саме під ним він став відомий сьогодні у всіх куточках планети.



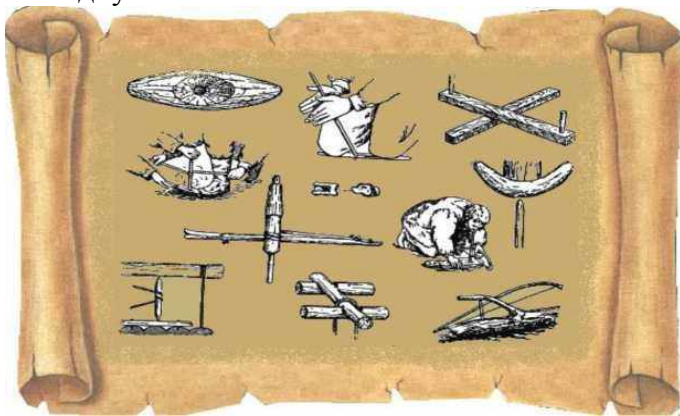
Мал.1.13. Австралійський бумеранг

Деякі з місцевих, достатньо стародавніх культур, під час

полювання використовували різноманітні інструменти і знаряддя, які по своїй формі і за призначенням чимось нагадують бумеранги. Подібного роду знаряддя і пристосування були важчими чим ті бумеранги, які ми звикли бачити і не такі гнучкі. Ці знаряддя і пристосування були знайдені в давньому Єгипті, Східній Європі і Австралії. Проте, зігнуті палиці, які кидали аборигени Австралії, використовувалися ними (аборигенами) переважно для того, щоб полювати і воювати. Сьогодні, в основному, бумеранги використовуються як спортивні снаряди, тобто за допомогою бумерангів люди займаються спортом.

## 1.2. Знаряддя для добування вогню тертям і свердлінням

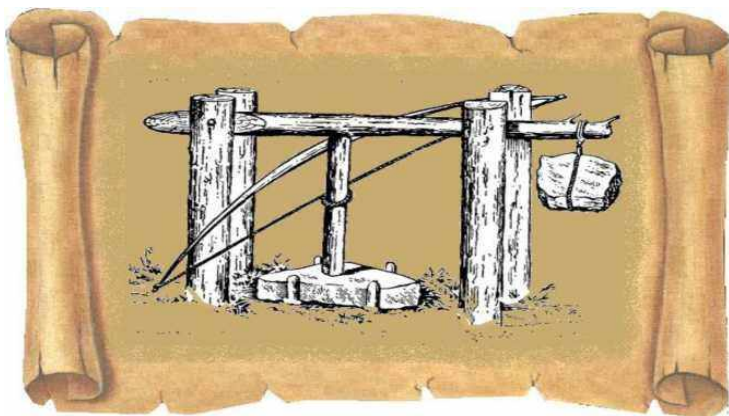
Для полювання на звірів були винайдені пастки, іноді вже досить складної конструкції, що спрацьовують, коли звір наступає на одну з ланок.



Мал.1.14. Знаряддя для добування вогню тертям і свердлінням

З робочих пристосувань створили різноманітний столярний інструмент, в тому числі тесло, долото і стамеску. У кам'яному столітті був створений і перший механізм теслі – смичковий дріль, в якій свердло приводиться в рух оперізує його струною, прикріпленої обома своїми кінцями до деякої подобі луку, якому

надавалося зворотно-поступальний рух. Стало можливим отримання циліндричних отворів у виробках, що значно підвищило міцність насадки ударних знарядь на дерев'яні рукоятки.



Мал.1.15. Свердлильний снаряд (реконструкція)

Пиляння з'явилося і стало застосовуватися теж в кам'яному столітті, в основному для виготовлення прикрас з м'яких порід каменю. Пиляли камінь так. Спочатку твердим матеріалом – наприклад твердим каменем робилася подряпина (борозна). Потім у неї засипався абразив, наждак (шаруватий піщаник, кварцовий пісок). Неолітичний людина, поклавши на цей наждак гілку або камінь, «пиляв» ними матеріал. За допомогою води змивалися кам'яні тирсу і порошок від відпрацьованого наждака.

Цими знаряддями були створені перші транспортні пристосування. На сухопутних дорогах спочатку користувалися волокушами, зробленими з свіжесодранної шкури тварин або деревної кори, які кріпилися до жердини, ковзаючи при русі заднім кінцем по землі, зменшуючи таким чином тертя. На наступному етапі з'явилися санчата, сани, лижі; все це виготовляли з дерева.

Розвивалися водні засоби пересування. Зв'язки очерету людина використовувала для перевезення вантажу по воді, при цьому він сам плив поруч – однією рукою штовхав пліт, а інший гріб. Великим прогресом був перехід до човна-однодревки. При її



виготовленні дерево випалювалося з подальшим очищенням кам'яними сокирами і теслами. Для відштовхування такого човна стали вживати жердини, а для веслування застосовували грубі лопатки – зачатки весел.

А нам кажуть: Архімед, Герон ...

Перетворення руху

У Середні століття постало завдання так з'єднати між собою механічні елементи, щоб зуміти рух одного виду перетворити в інше. Особливо важливими були способи перетворення обертального руху в зворотно-поступальний, і зворотно-поступального в обертальний. При перетворенні першого виду основним механізмом став кулачок, який був відомий раніше, – наприклад він описаний в тексті, що приписується Герону, але використовувався в античному світі лише для «механічних забав», а в Середні століття став приносити користь у машинах.

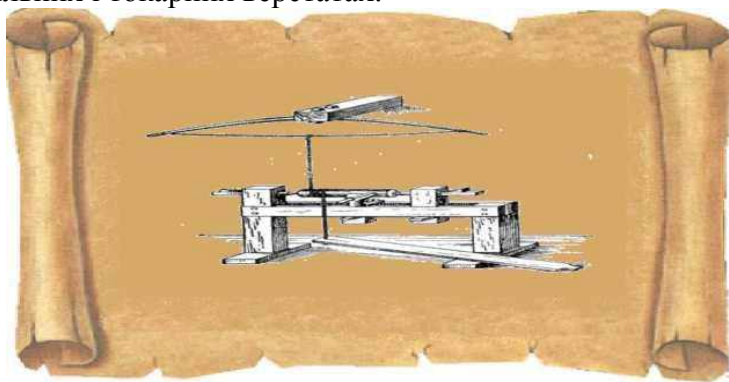
Основним механізмом для перетворення поступального руху в обертальний служить кривошип, про який немає відомостей в давнину. Навіть удавана нам настільки простий думка про те, щоб обертати ручну млин, взявшись за укріплену біля краю верхнього каменя вертикальну рукоятку, мабуть, не приходила нікому на думку. Великі млинові жорна обертали раби або тварини, що ходили по колу. Менш ж великі жорна приводилися в рух за допомогою виступали збоку радіальних рукояток. Вертикальна рукоятка, що дозволяє здійснювати безперервне обертання завдяки кривошипному пристрою, з'явилася дуже пізно.

Мабуть, це було одним з винаходів, що належали варварам. Але навіть і тоді людям було важко усвідомити собі принцип дії і поширити його на інші сфери, оскільки про подальше використання кривошипа нічого не було відомо приблизно до 850 року, коли їм стали обертати точильні камені. Потім кривошипом почали оснащувати шарманку, можливо в X столітті, але не пізніше XII. У XIV або на початку XV століття кривошипом закручували пружини самострелов. До цього часу його стали використовувати і для інших цілей, наприклад в катушках для

намотування мотків пряжі і в такому вкрай важливому, хоча і простому інструменті, як столярний коловорот.

У всіх перерахованих випадках кривошип обертали уручну. Але приблизно в 1430 році ми вперше зустрічаємося з кривошипно-шатунним механізмом, які приводили в рух борошномельну млин.

Між тим педальний механізм зазнавав свою самостійну еволюцію – в ткацьких верстатах, в приводах токарних верстатів та в ковальському молоті з педальним керуванням, який з'явився в XIV столітті. Приблизно до 1430 чоловік поєднав педаль, шатун і кривошип воедино у вигляді приводу, знайомого нам за сучасними ножним швейних машин. Борошномельні млини і на цей раз виявилися першою областю його застосування. Ось коли з'явився, нарешті, один з практично важливих для сучасних машин механізм! Але впровадження такого приводу проходило повільно, ймовірно через труднощі з виготовленням хороших підшипників. У 1480 році його застосовували для обертання точильних каменів, а з XVI століття стали використовувати в прядильних і токарних верстатах.

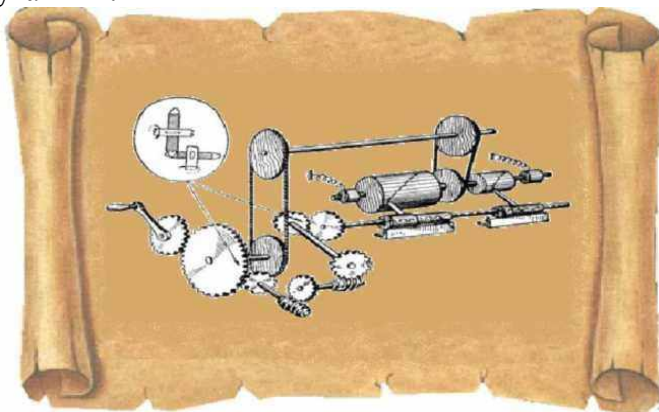


Мал.1.16. Лучковий токарний верстат

Зростала і кількість механізмів, відомих технікам. Привід ворота породив рукоятку, вигнуту двічі під прямим кутом, звідси недалеко і до колінчастого валу, який з'явився в XIII столітті в якості зручного приводу для ручного млина. Поступово поширюються шарнірні механізми.

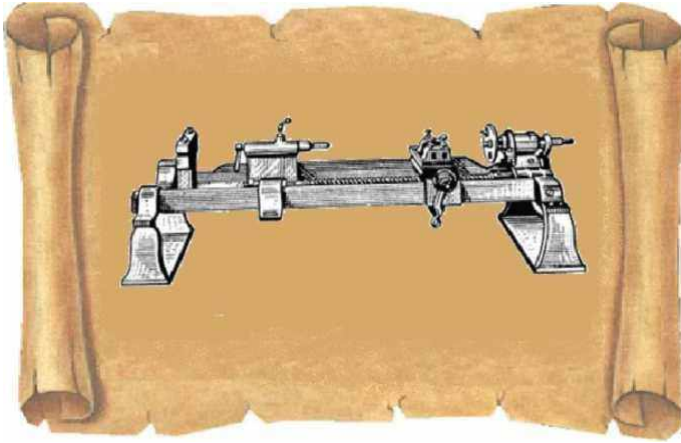
Набір столярних інструментів змінився в порівнянні з древніми часом не дуже значно, але і тут не обійшлося без важливих зрушень. Коловорот і свердло прийшли на зміну смичкової дрилі, що застосовувалася в минулому. А ось пристрій токарного верстата змінилося докорінно.

Стародавній токарний верстат (наскільки можна судити за що дійшли до нас даними) був влаштований ненадійно. Він складався з декількох з'єднаних між собою і вбитих в землю брусків. Оброблюваний виріб оберталося поперемінно в обох напрямках підмайстром, тягнули за кінці мотузки, обмотаною навколо заготовки. Столяр тримав ріжучий інструмент просто руками, не користуючись опорою або напрямних пристосуванням.



Мал.1.17. Схема токарного верстата А. К. Нартова

У Середні століття додумалися до жорсткого закріплення станини і бабки. Не пізніше 1250 ремінь, що повертає заготовку, прикріпили внизу до педального механізму, а нагорі – до Пружинячий пересувного жердини. Таким чином, у токаря з'явилася можливість обертати верстат ногою через педаль, звільнивши руки для операцій ріжучим інструментом. З середини XIV століття для приводу токарних верстатів почали використовувати водянні двигуни. Ремінним приводом через колесо з кривошипом стали користуватися, мабуть, вже з 1411, в усякому разі, з цього століття. Перші спроби створити пересувний супорт були зроблені приблизно в 1480 році.



Мал.1.18. Перший токарний верстат Генрі Моделі

У XVI столітті Жак Бессон в «Театрі інструментів» вперше описав верстат для нарізки гвинтів з супортом. Тільки тепер була вирішена проблема уніфікації замінних частин механізмів; до цього будь-який виріб носило індивідуальний характер. Винахід супорта повторив на початку XVIII століття російський механік Андрій Нартов, а в кінці XVIII століття – англійський промисловець Генрі Моделі.

Отже, в металообробці ми знаходимо початок тієї технології, яка через одне-два століття призвела до промислової революції. Але шлях був довгим! Наприклад, волочильна дошка для волочіння залізного дроту (раніше її кували) була винайдена в X столітті, а з водяним двигуном її з'єднали в 1351 році.

На шляху до промислової революції

У другій половині XV століття в Європі різко підвищився інтерес до науки. Причина зрозуміла: масовий переїзд сюди вчених з поваленої турками Візантії. Можливо, та ж причина призвела до повороту від загального мови науки, латинської, до національних мов. Справді: якщо замість латині мовою науки став грецький, то чому не французька, німецька або будь-який інший?

А грецький був більш ніж в ходу. Повідомляється, що члени венеціанської академії Альдо Мапуція розмовляли між собою тільки по-грецьки. Письменники наслідували «давньогрецьким» текстам. З'являється ряд «Всесвітніх історій» грецькою мовою.

Поліціано пише в другій половині XV століття:

«У Флоренції діти кращих прізвищ говорять на аттическом діалекті так чисто, так легко, так невимушено, що можна подумати, ніби Афіни не були зруйновані і взяті варварами, а за власним бажанням переселилися до Флоренції».

Ще одним фактором, що прискорив наукові дослідження та підготовку осіб, обізнаних у інженерній справі, стало книгодрукування. З'являються твори з техніки, серед них чільне місце займають різного роду зборів або «Театри машин», складені техніками-практиками. Крім артилерійських керівництв, в епоху Відродження виходять книги по таким областям знання, як військова справа (Вальтуріо), металургія (Бірінгуччо) і т. П.

Європейські вчені, зацікавлені в розвитку науки і техніки, почали створювати товариства. Першим стала Академія таємниць природи (*Academia Secretorum Naturae*) в Неаполі (1560). В коло інтересів подібних товариств входили, звичайно, багато питань і крім техніки, але вони приділяли велику увагу накопиченню та систематизації знань про машини, сприяли їх впровадження та заохочували винахідництво.

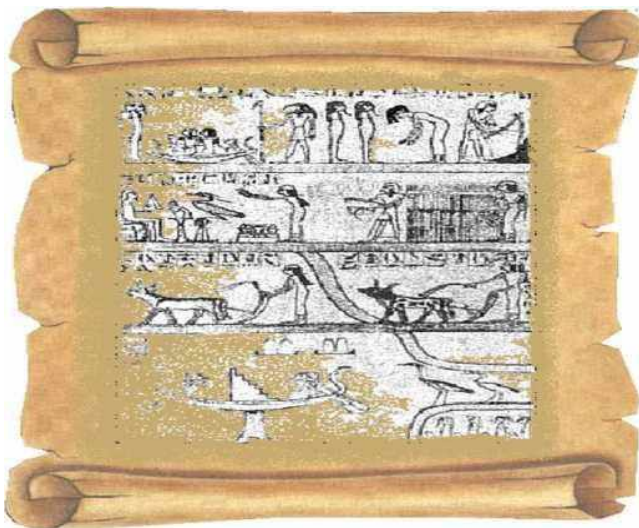
З поліпшенням способів пересування та зростанням торговельних зв'язків поступово зникало прагнення проводити всі предмети першої необхідності у своїй місцевості. Всякий район міг спеціалізуватися на виробництві таких товарів, які найбільше підходили йому, і обмінювати свою продукцію в інших районах або за кордоном на необхідні речі, які не вироблялися в своєму окрузі. Це сприяло розвитку концентрованої і порівняно великої промисловості, допускавшеї в свою чергу впровадження механізації в усі більшому масштабі.

Чавун з'явився в XIII столітті, але, оскільки технічні труднощі долалися дуже повільно, в загальний ужиток він увійшов лише в XV столітті. Як і в багатьох інших випадках, вважається, що Китай випередив Європу з виплавою чавуну, що його там отримували ще з IV століття до н. е., досягаючи результату переплавою кричного заліза в тиглях в суміші з вугіллям. І як завжди, цей «пріоритет» на користь Китаю не пішов.

У Європі в XIV столітті багато процесів обробки заліза переводили на приводи від водяного колеса. З'єднання ковальських міхів з подібним джерелом рушійної сили для дуття дозволило виплавляти до кінця Середніх століть чавун. Раніше вагранка не забезпечувала високого нагріву, достатнього для розплавлення металу; вона дозволяла виплавляти тільки кричне залізо (іноді зі сталевою поверхнею). У міру укрупнення печей більш потужне дуття сприяло повного розплавлення металу – спочатку чисто випадково, а пізніше вже в спеціально регульованих умовах.

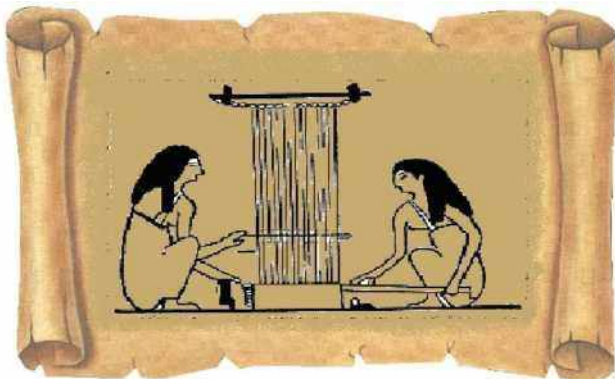
Спосіб виливки в піщаних формах був розроблений, мабуть, теж в XIV або XV столітті. Чавун відрізняється від кричного заліза за своїм складом і, отже, за своїми властивостями (зокрема він більш крихкий, ніж залізо) не завжди може замінити крицю. Проте освоєння виплавки більш дешевого металу, надзвичайно в деяких випадках корисного, стало великим внеском в технічний прогрес в наступні століття.

З приходом чавуну людина отримала в своє розпорядження всі основні матеріали, які забезпечили його потреби до середини XIX століття.



Мал.1.19. Різні види праці в Єгипті

Знадобилися склади для зберігання зерна і нові способи приготування їжі. Адже якщо спійману дичину можна насадити на рожен і засмажити просто на багатті, то використання в їжу злаків вимагало інших, більш повільних і складні способів приготування в особливого роду судинах. Хлібороби (хоча і не найперші з них) вирішили це завдання, застосовуючи глиняний посуд.



Мал.1.20. Ткалі Єгипту (деталь розпису з гробниці Хнумхетеп)

Першим центром землеробства став Єгипет. Тільки тут склалася унікальна ситуація для розвитку землеробства: щорічний розлив Нілу удобрювати ґрунт, так що не було необхідності міняти щороку ділянки; ґрунт практично не скінчився; структура заплави Нілу така, що після розливу не заболачиваються сусідні ділянки, що відбувалося при розливі Тигру і Євфрату. Все це дозволило усвідомити переваги такого способу господарювання раніше інших народів, але потім цей досвід і технології могли запозичувати сусіди: стало ясно, що перехід на такий тип господарювання цілком стійкий навіть з витратами на іригацію.

Коли в основному промишляли полюванням, то шкури вбитих звірів служили одягом. Тепер хліборобові довелося шукати якусь заміну їм, і він її знайшов – тканини. Отримувати пряжу можна простим скручуванням волокон, обертаючи їх між долонями рук або між долонею і стегном. Початок використання тканин привело до винаходу нових механізмів: прядильної

машини і ткацького верстата.

Перша прядильна машина була дуже простою: вона складалася з вилкоподібний палиці або рогатки, на якій трималася пряжа, і короткої палиці з гачком або карбом на одному її кінці (до цього гачка прикріплювалася слабо скручена пряжа) і з маховиком з каменю або обпаленої глини – на другому. Постійне обертання дозволяло звивати волокна в міцну нитку.



Мал.1.21. Черд – єгипетське водопідйомний пристрій, що нагадує журавель з противагою

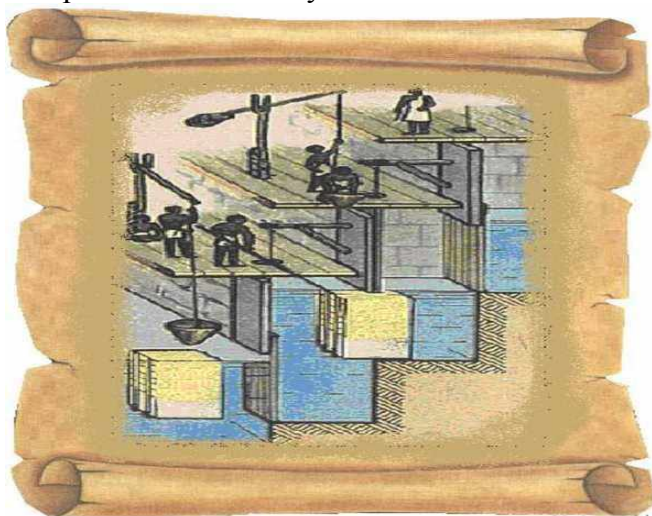
Потім з'явилося веретено. Цей за сучасними мірками досить простий механізм був багато складніше в порівнянні з будь-якою попередньою прядильною машиною, і аж до Середніх століть не відбулося ніяких корінних удосконалень цього процесу прядіння.

Ткацький ж верстат навіть у його найпростішому вигляді (у вигляді двох брусків, прикріплених до вбитих у землю кілочків, між якими натягаються нитки основи, а ткач проштовхує пальцями нитку утка попеременно над і під нитками основи) являє собою складний пристрій. Починаючи з цієї стадії, верстат поступово вдосконалювався додаванням до нього човника,



ремізки, ниткорозділювача та інших пристосувань [10].

Текстильні механізми важко описувати словами, і ранній період їх історії часто вельми туманний.



Мал.1.22. Вантажопідйомний пристрій з противагою для передачі води з рівня на рівень

З'являються і перші ручні млини – два відшліфованих каменю, за допомогою яких розтираються зерна. З'являються механізми обертowego руху: колесо, гончарне коло (теж колесо), кругова ручний млин. Все це – шлях до винаходу найпростіших машин.

Основні заняття племен – землеробство або скотарство, полювання і рибальство – доступні будь-кому з його членів. Всі вміють розтирати зерно, готувати їжу, шити одяг. Але поруч з усіма вже з'являються коваль, гончар, ткач. Починається обмін виробами, тобто вироби стають товаром. Первісне суспільство втрачає своє майнове рівність!

Незабаром з'являються і перші чиновники. Вони знадобилися для організації роботи іригаційних систем, які досягли великої складності: регулювалося протягом річок, будувалися цілі мережі зрошувальних каналів, споруджувалися водосховища та водопровідні пристрої відкритого і закритого типів.

У Єгипті був побудований обвідний канал, який направив воду Нілу на поля Фаюмського оазису. Від магістральних каналів в різні боки відходили розподільні канали та арики. У арики вода з річки і магістральних каналів або текла сама, або подавалася за допомогою водочерпалок – шадуфов або Черда, водопідйомних пристроїв у вигляді хитного на стійці жердини, на одному кінці якого навішувався інший жердину або мотузка з шкіряним мішком або відром, а на іншому – противага.

В інших, крім Єгипту, землях переважала перелогова система господарювання з її характерним для лісових районів варіантом – подсечною (вогневою) системою. При цій системі природну родючість ґрунту використовувалося кілька років, після чого ділянку закидався на 15-25 років.

Зміни в способі життя людини і суспільства стояли в прямій залежності від винаходів. Життя стала надійнішою, ніж будь-коли раніше. Дозвілля, яким перемажався працю хлібороба, дозволяв йому займатися винахідництвом. Порівняно довгий проживання на одному місці дозволяло створювати, накопичувати і використовувати знаряддя, які для мисливця були б лише важким тягарем. Саме в цей період людина навчилася виплавляти для своїх потреб метали.

Колесо винайшли 6000 років тому мешканці Месопотамії. Перші колеса були зроблені з товстих зрізів стовбурів дерев. Вони були дуже міцними, але занадто важкими. Пізніше стали робити більш легкі колеса, що склалися з обідка і спиць. Винахід колеса був великим стрибком у технічному прогресі йлемена, котрі ним користувалися, стали швидко розвиватися. За допомогою колісних тачок і возів стало легше перевозити вантажі; на основі колеса був створений гончарний круг, що дозволив робити красивий і якісний лінійний посуд, а також прядильні верстати й різні види млинів.



Мал.1.23. Розвиток колеса від первісного до сучасного.

### 1.3. Історія механізмів

Машина – це двигун, передача, робочий орган. Говорячи просто, різні машини складаються з різних або схожих механізмів. І ось виявляється, що людина постійно прагне застосувати машину там, де потрібна фізична сила, щоб замінити людину, тобто збільшити свою енергоозброєність.

До 1975 року було відомо 4746 видів механізмів. Майже двомастами роками раніше, на початку 1800 року, як встановлено достовірно, люди знали не більше двох сотень видів механізмів. Таким чином, збільшення – майже в 24 рази. А за двісті років до XIX століття, на початку XVII століття, їх було відомо близько ста, тобто за двісті років винахідники всього лише подвоїли їх кількість.

За конструктивними ознаками основні механізми можна звести в наступні групи:

- 1) стрижневі, або важільні (шарнірні) механізми;
- 2) фрикційні механізми;
- 3) зубчасті механізми;
- 4) кулачкові механізми;

- 5) механізми з гнучкими ланками;
- 6) гвинтові механізми;
- 7) механізми з пружними ланками;
- 8) комбіновані механізми;
- 9) механізми змінної структури;
- 10) механізми руху із зупинками;
- 11) гідравлічні механізми;
- 12) пневматичні механізми;
- 13) електромагнітні механізми;
- 14) електронні механізми.

Поговоримо про історію розвитку механіки. Ми, звичайно, не будемо розглядати всі перераховані групи, тим більше, що деякі з них з'явилися лише останнім часом. Але звернімо увагу на важливість розвитку техніки. Недавня історія людства показує, що країни, що володіють технічними та технологічними перевагами, досягають військової і політичної могутності. Цю формулу можна перевернути: могутні країни обов'язково мають передовий для свого часу технікою і технологіями. Так мало того: загальне могутність передбачає ідеологічне перевагу, розвиток літератури і мистецтва.

Цей висновок вірний для нашого часу, тим більше він повинен бути вірний для минулих століть, коли зв'язки між наукою і технікою, між військовою силою і політичною могутністю були більш очевидними і прозорими.

Однак традиційна історія до печатних часів пропонує нам досить суперечливу і навіть парадоксальну картину. Античні греки володіють високою літературою і наукою, яка ніяк не реалізується в реальній техніці і виробництві. Описи технічних пристроїв є, у зразках – ні. Стародавні римляни мають приголомшливу армію, яка завоювала вельми культурні країни, а потім ... безповоротно програла німецьким «дикунам». А всю науку римляни «запозичують» у греків. Монголи в XIII столітті, не маючи ні науки, ні техніки, ні писемності, ні виробництва, ні ідеологічної основи хоча б в релігії, перемагають взагалі всіх підряд, являючи небачене ні до, ні після могутність, не підкріплене нічим.

Але найдивовижніший випадок – Візантія, центральна область Ромейської імперії. Її історія, що налічує тисячу років, на відміну від монгольської історії аж ніяк не міфічні. Візантія об'єднує навколо себе всі країни Середземномор'я, Західної та Східної Європи, Русь, багато країн Азії. Візантія (Царгород, Константинополь) – найбільший центр міжнародної торгівлі, через неї йдуть шляхи з півночі на південь і з заходу на схід; тут концентруються багатства всього світу. Її імператор – загально визнаний помазаник Божий, що дає Візантії колосальне ідеологічне перевагу.

Імперія успішно воює і на Сході, і на Заході, а потрапив у 1204 році поразки від об'єднаних германців в ході 4-го Хрестового походу, знаходить сили, щоб повернути свої землі.

Навіть після того, як в 1453 році влада взяли мусульмани і ромейська імперія перетворилася в Румський султанат, а в подальшому до Туреччини, країна аж до XIX століття була сильнішою всієї Західної Європи, у всякому разі, була не слабкіше. Це означає, що вона перевершувала інших у виробництві і лише внаслідок промислової революції на Заході втратила свою перевагу.

Але от тутешніх вчених за всю довгу історію Візантії можна перерахувати по пальцях (і вони тільки й робили, що коментували «антиків»), мистецтво виглядає досить убогим, а ідеологія представлена лише з релігійного боку. Все це суперечить новітній історії людства, в якій могутність обов'язково викликано науковим, технічним, технологічним та ідеологічним перевагою, – але ж більше дійсно нічим пояснити могутність будь-якої країни.

Щоб звести кінці з кінцями, нам доведеться згадати, що державною мовою Візантії протягом майже всієї її історії був грецький, що на Русі всіх візантійців аж до XVII століття, звали греками, а самі себе вони не називали інакше, як ромеями, то є римлянами. Отже: греки мали науку, римляни армію, а візантійці – греки і одночасно римляни – виробництво і були наймогутнішим народом у світі. А єдину хронологію, яка розділила греків і римлян з візантійцями, вираховували навіть не у

Візантії, а в Західній Європі майже через півтора століття після того, як імперія зникла з карти світу. І вже на базі цієї хронології створилася історія, що грішать, скажімо прямо, неабияким європоцентризмом.

Інакше кажучи, історію Візантійської імперії розтягнули по різних країнах і часів, причому найбільш колоритні «шматки» дісталися Європі, і це зробило її трохи дике минуле піднесеним і шляхетним.

Оскільки традиційна хронологія спочатку була розрахована Йосипом Скалигером з якихось математичних правил, остільки можна було очікувати, що алгоритм розрахунків хоч якось, але проявиться. І дійсно, А. М. Жабинського, аналізуючи стилі мистецтва різних епох, зумів так вибудувати століття хронології на своїй схемі, яку назвав «синусоїдою», що стало можливим звести по «лініях століть» епохи, що відрізняються яскраво вираженим стилістичним паралелізмом творів образотворчого мистецтва.

Це відкриття А. М. Жабинського безумовно буде корисним для викриття невірної хронології, яка поки становить кістяк традиційної історії. Але, на жаль, з однієї невірної історії не можна зробити іншу, «вірну», переставляючи окремі частини. Якщо це і вдасться коли-небудь, то тільки стосовно до історії Західної Європи. Так що історію всього людства доведеться відновлювати іншими методами. Один з них, але не єдиний – аналіз еволюції науки і техніки.

#### Античні механіки

Герон з Александрії (помер, як вважається, приблизно в 70 році до н. Е.) Залишив нащадкам не тільки трактати, в яких описуються багато колишніх тоді у вживанні механізми, але і перший твір про автомати. Фігури та їх елементи рухалися по прямій лінії, по колу, по довільній кривій. Кожен рух вироблялося за допомогою ниток, навернених на барабани або блоки різного діаметру і натягуються гирьками. У деяких місцях нитки мали не натягнута ділянки (петлі) для того, щоб один рух запізнювалося щодо іншого.

За допомогою таких автоматів проводились театралізовані і

релігійні дії; поряд з малими автоматами були і великі, що управляли рухами статуй. Сучасний торговий автомат за принципом дії дуже нагадує геронівський автомат, який видавав святу воду в обмін на монетку. Є твердження, що Герон писав і про військові машинах, але це його твір до нас не дійшло.

Ким він був? Припускають, що землеміром. Підстави для такого припущення досить невиразні: нібито одне з найбільш корисних його винаходів нагадує теодоліт, а інше – крокомір, прилад для визначення пройденої відстані.

Цей крокомір механічно підраховував число обертів обертового колеса; його можна уподібнити сучасному лічильнику кілометрів за автомашині. Правда, ніхто цього приладу не бачив, є лише повідомлення, що він мав зубчасту передачу, причому винахід зубчастої передачі іноді приписують Архімеда. Свого часу Леонардо да Вінчі намагався зробити цей крокомір за описом і зрозумів, що прилад не працездатний. Тобто це могло бути деяка теоретичне розгляд, який ніколи і не намагалися зробити і ніколи не застосовували, так що питання про час «винаходу» теж чисто теоретичний. Та й сама зубчаста передача для тих випадків, коли була потрібна певна точність, в ті часи просто не могла бути зроблена, а чому – розглянемо пізніше, у розділі про історію годин.

Повідомляють, що Герон в працях своїх описав насоси, пристосування для автоматичного регулювання гніту і рівня масла в лампах, пожежну помпу і пожежну машину. Інші геронові механізми в більшості випадків являють собою не більш як механічні фокуси або іграшки. Знову ж таки, в натуральному вигляді цих приладів немає.

Архімеда приписують винахід гвинта, удосконалення зубчастого колеса, формулювання закону його імені, а також створення багатьох нових машин. Якщо врахувати, що на початку XVII століття, через 1800 років після Архімеда, було відомо лише близько сотні механізмів, то людство має бути йому непереможно вдячно. Щоправда, саме його ім'я ще в XV столітті не було широко відомо.

Важливим джерелом, з якого черпають уявлення про

античну техніку, стали «Десять книг про архітектуру» римського архітектора та інженера Марка Вітрувія Полліона (вважається, що він жив у I столітті до н. Е.). Десята книга його твори присвячена машинам, і тут же дано визначення машини: «Машина є поєднання з'єднаних разом дерев'яних частин, що володіє величезними силами для пересування тягарів». Згідно Вітрувію, машини та знаряддя розрізняються тим, що машини для виконання роботи вимагають великого числа робочих або застосування великої сили (такі, наприклад, балісти і давильні преси), знаряддя же виконують завдання вмілою рукою однієї людини.

Тут ми знаходимо ще одне протиріччя. Раннє Середньовіччя знало водопідйомний колесо. Воно було вертикальним, з прикріпленими до нього черпаками, які перекачували воду в зрошувальний жолоб. На перших порах колесо обертав людина за допомогою Топчак або ворота, потім стали використовувати вола, потім – силу води. Століттями застосування водяного колеса обмежувалося борошномельним справою, але в кінцевому підсумку воно стало головним джерелом рухової сили, на фундаменті якого протікали початкові стадії розвитку сучасної цивілізації. Так само багато пізніше Вітрувія застосовували горизонтальне водяне колесо, що обертається на вертикальному валу під дією потоку води, що направляється жолобом.

А у Вітрувія описана вдосконалений різновид водяного млина, з вертикальним колесом і горизонтальним жорном, пов'язаними між собою зубчастим (цевочного) зачепленням, схожою на нашу сучасну водяний млин. Доречно зазначити, що зубчасте зачеплення тут було таким же, як і у водопідйомного колеса, яке обертав віл, але з передачею зусилля у зворотному напрямку. Тим часом ввести водяне колесо у загальний ужиток випало на долю середньовічних механіків, що показує: якщо Вітрувій і був античним вченим, то ця античність безпосередньо передувала Середньовіччя. Можна припустити, що жив він у XI або XII столітті.

В одній поемі, яку відносять до IV століття, згадується приводять у рух водою пилорама для різання мармуру. Однак



важко уявити собі, щоб якомусь винахіднику вдалося використати силу води для складного процесу різання мармуру задовго до того, як її здогадалися застосувати навіть для помелу зерна.

Багато істориків культури вважають Середні століття (500-1450 роки) похмурої епохою: вона привела цивілізацію до загибелі. Дійсно, в рамках традиційної хронології так воно і виглядає: впродовж всієї цієї епохи не було майже ніякого прогресу, поки в період досить-таки чудодійного Відродження люди не відкрили повторно витончені мистецтва і науки Стародавньої Греції та античного Риму, щоб на їх основі повернутися в лоно цивілізації.

Арабські й візантійські досягнення

Між арабської та візантійської культурами, при всій схожості все ж існував мовний бар'єр. Це призвело до істотного розбіжності в результатах наукової роботи, насамперед у теоретичних побудовах. У той же час неможливо навіть припустити, що арабські і візантійські вчені не знали про роботи один одного.

Вчені арабського світу зробили чимало відкриттів; прийнято вважати, що в освоєнні знань вони випереджали Захід на кілька століть. При дворі халіфа аль-Мауна в кінці VII століття було засновано спеціальну установу – Будинок мудрості, в якому він зібрав вчених, що володіли різними мовами, на чолі з відомим математиком аль-Хорезмі. Але чому ж вони займалися? Вони перекладали на арабську мову праці античних авторів з філософії, математики, медицині, алхімії, астрономії!

Античні мудреці в нашій поліпшеній хронології – це вчені Візантії, що творили не в VI-I століттях до н. е., а в IV-XII століттях н. е., а значить, вони просто сучасники арабських вчених. І справді, арабський світ, безпосередньо межує з землями Візантії, цілком міг отримувати звідти наукові праці і перекладати їх. Адже у Візантійській імперії рівень знань в галузі практичної механіки був досить високим; відомо, що в Константинополі був арсенал з великою кількістю військових машин.

Одночасно в межах Арабського халіфату створювалася нова

наука, причому її творцями були всі народи, що населяли халіфат, – хорезмійці, сирійці, тюрки, єгиптяни, араби, іспанці. І адже всі вони були недавніми підданими Візантії, їхні землі відокремилися від імперії лише в VII столітті, після зародження ісламу. Об'єднуючим для всіх них був арабська мова, мова науки і релігії. Тому цілком справедливо вважається, що головним джерелом знань арабомовних народів у галузі практичної механіки на початковому етапі були твори, перекладені з грецької на арабську мову. Але це був язык не міфічних «древніх» греків, а грекомовних візантійців.

Отримані знання були не тільки засвоєні арабами, але і розвинені ними. Так, в середньовічному арабському творі IX століття «Ключі науки» подаються відомості про простих машинах, про водяних і вітряних млинах, про військові машинах і про автомати. При чому ж тут, питається, «давні» греки?

Назва «прості машини» протягом дуже тривалого часу застосовувалося для позначення найпростіших підйомних пристосувань – важеля, блоку, похилій площині, клина і гвинта. Строго кажучи, жодне з цих пристосувань можна в повному розумінні назвати машиною, і стався цей термін, ймовірно, від неправильного перекладу того слова, яким Герон Олександрійський позначив ці найпростіші пристосування. Аж до кінця XIX століття і саме поняття «машина» було невизначеним.

При халіфах Харун-ар-Рашид і аль-Мамуні (VIII-IX століття) наукова діяльність була на підйомі: будувалися астрономічні обсерваторії, будівлі для наукової та перекладацької роботи, бібліотеки. Отримало розвиток шкільна справа, причому в деяких випадках праця вчителів дуже добре оплачувалася; робилися навіть спеціальні подорожі учнів з навчальними цілями.

Було розроблено багато різних типів водопідйомних машин, що приводяться в рух силою води або силою тварин. У X-XI століттях було повсюдно припинено виробництво борошна на ручних млинах: їх змінили водяні млини, які встановлювалися не тільки на річках і в гирлах каналів, що харчувалися водою за рахунок припливу, але навіть були збудовані млини, які приводила в рух вода, відступала під час відливу. У Месопотамії

на Тигру діяло багато плавучих млинів. Млини Мосула висіли на залізних ланцюгах посередині річки; кожна млин Багдада мав по сто жорнів.

Докладний перелік хімічного обладнання, що застосовувався арабами при перегонці, сублімації, розчиненні, кристалізації речовин, описав у своїх працях вчений ар-Рази (865-925), знаменитий лікар і алхімік іранського походження, який працював в Багдаді. Ар-Рази згадує різні типи горнів, жаровні, гнотові і полум'яні (нафтові) пальника, ливарні форми, мензурки, колби, склянки, тази, тиглі, банки, ливарні ковші, напилки, шпатель, молотки, щипці і т. Д.

Найбільшим математиком і астрономом IX століття був Сабіт Ібн Корра. Саме в його перекладах дійшли до нас твори Архімеда, які не збереглися в грецькому оригіналі (якщо такі були).

Відомий трактат «Книга про механіку», що належав знаменитим астрономам і математикам Багдадської школи – трьом братам Бану Муса (IX-X століття). Серед механічних пристроїв, описаних у їхній книзі, є відомості про пристосування для підтримки постійного рівня води в посудині. Трактат братів Бану Муса породив цілий ряд коментарів і трактатів.

Механічних пристроїв для підняття води присвячений трактат Абу-ль-Изза Ісмаїла аль-Джазари (XII-XIII століття) «Книга про пізнання інженерної механіки». Такого ж роду пристрої розглядаються в трактаті Мухаммеда Ібн Алі аль-Хурасані «Про водяних колесах». Численні описи всіляких механічних пристроїв, що застосовувалися в різних країнах ісламу, містяться в трактатах аль-Кінді Якута і Ібн Халдуна.

Важливим районом науково-технічного розвитку була Південна Іспанія, яка становила Кордовський емірат Арабського халіфату, аз 1-й чверті X століття зробив особливий Кордовським халіфатом. У результаті взаємодії культур багатонаціонального місцевого населення в IX-XV століттях там йшов швидкий підйом загальної культури. У вищих школах Кордови, Барселони, Гранади, Саламанки, Севільї, Толедо та інших міст, крім мусульманських офіційних богословсько-схоластичних

премудростей, викладалися філософія, математика, астрономія, медицина та інші науки.

У бібліотеці кордовського халіфа Хакама II (2-я половина X століття) було до 400 тисяч рукописів. Тут же були відкриті і загальноосвітні школи. У наукових центрах халіфату велася велика робота з перекладу античних рукописів з грецької на арабську і з арабської на латинську мову. У Кордовський халіфат приїжджали вчені не тільки з усіх кінців мусульманського світу (в тому числі з Середньої Азії, Іраку і т. Д.), Але і з християнських країн Європи. Так, винахідник годин Герберт навчався в школах Барселони і Кордови і чудово знав арабську мову.

Вітряки вперше з'явилися в Афганістані в IX столітті: лопаті вітряного колеса розташовувалися у вертикальній площині і були прикріплені до валу, який і приводив у рух верхній жорно. Майже одночасно з вітряними млинами були винайдені і регулюючі пристрої, необхідність в яких диктувалася тим, що крила млина були пов'язані з жорном безпосередньо, і швидкість його обертання сильно залежала від сили вітру. В Афганістані все млини і водочерпальні колеса приводилися в рух панівним північним вітром і тому орієнтовані тільки по ньому. На млинах були влаштовані люки, які відкривалися і закривалися, щоб сила вітру була то більше, то менше, оскільки при сильному вітрі борошно горить і виходить чорної, часом навіть жорно розжарюється і розвалюється на шматки.

У країнах Арабського халіфату великого поширення набуло ткацьке мистецтво. У Єгипті проводилися лляні і вовняні тканини, і це майстерність перейшло потім до Персії. Бавовна скоїв зворотний рух; його почали ткати в Індії, звідки він перейшов в країни Середньої Азії та Єгипту. У X столітті бавовняні тканини з Кабула вивозили в Китай і в Персію. Центром шовкопрядіння була Візантія, вовняні килими ткали у Вірменії, Персії і Бухарі, причому вірменські килими вважалися найкращими.

Таке масове виробництво тканин для ринку стало результатом вдосконалення техніки прядіння і ткацтва. Перетворення поступального руху в обертальний за допомогою

педального механізму, спочатку освоєний в гончарному виробництві, увійшло в конструкцію прядильного механізму, а це поліпшило якість пряжі і прискорило виробництво.

Була вдосконалена конструкція ткацького стану, який в античні часи (легко припустити, що незадовго до винаходу цього ткацького механізму) являв собою примітивну дерев'яну раму з найпростішими механічними пристосуваннями. Тепер верстат з рухомими шнурами для підняття і опускання ниток після кожного прольоту човника був освоєний ткачами Середньої Азії та Близького Сходу.

Найбільшим вченим був керівник Константинопольського університету (з 863 року) Лев, що отримав прізвисько Математика. Він винайшов систему світлової сигналізації, за допомогою якої повідомлялося в палац про події, що відбувалися в державі. Також з ім'ям Лева пов'язано винахід «левові гарчання» і «співаючих птахів», що приводяться в рух струменем води. Величезне значення мало застосування Левом букв як арифметичних символів: так він, по суті, підійшов до основ алгебри. Лев склав медичну енциклопедію, що включала виписки зі старих книг.

На жаль, навали зовнішніх ворогів завдали візантійській культурі величезної шкоди. У 1204 хрестоносці взяли Константинополь і варварськи розграбували його. Хоча через 60 років Михайлу Палеологу вдалося відновити Візантійську імперію, але її економіка була підірвана, ремесло стало відставати від західноєвропейського, а візантійське купецтво повинно було поступитися позиціями купцям Венеції та Генуї. Ось чому візантійські науково-технічні досягнення попереднього періоду припадає в значній мірі віднести до відкриттів, здебільшого безрезультатно зниклим або приписаним іншим.

Початок прогресу в Європі

У Середні століття, крім сили тварин і води, почали освоювати, «механізувати» ще і силу вітру, що дозволяло людям не обмежувати свою технічну кмітливість лише тими місцями, де можна використовувати водний потік. Здавалося б, залучення в технічний прогрес все більших територій і кількості людей

повинні були ініціювати підйом винахідництва.



Мал. 1.23. Вітрові млини

Але ні: історики науки запевняють, що середньовічні механіки нічого не винаходили, а придумані в античності машини майже не змінилися. Навіть коли з'являлися нові машини, вони за принципом дії не відрізнялися від старих. Що цікаво, як у роки Вітрувія, так і тисячу років після нього машини робляться в основному з дерева, металеві деталі вкрай рідкісні. Число механізмів, використовуваних при їх побудові, залишається одним і тим же.

Західна Європа черпала свої технічні знання з трьох джерел. Першим був розвиток власної техніки. Друге джерело – ісламські твори XI-XIII століть. Третій – праці візантійців, які потрапили в Західну Європу кількома шляхами: в XIII столітті в результаті грабежу хрестоносцями візантійських цінностей, в тому числі і культурних, або в XV столітті після захоплення Константинополя турками, коли багато вчених бігли на Захід, прихопивши з собою своє найбільш цінне надбання – рукописи на грецькій мові. Причому, історики прямо повідомляють, що ці візантійські іммігранти привезли з собою в Європу цілі бібліотеки античних праць.

Застосування техніки в Європі почалося з використання

водяного колеса. Воно згадується майже у всіх письмових свідченнях VI і VII століть; мабуть, новинка потрясла уяву літописця. Потім йшло постійне впровадження колеса в практику. Наприклад, на півдні Трента і півночі Англії в 1086 році працювали 5624 водяних млинів, по одній приблизно на кожні п'ятдесят господарств. Цього, безсумнівно, було достатньо, щоб докорінно змінити умови життя людей. Новий різновид млини, що приводиться в рух силою припливу, з'явилася на узбережжі Адріатичного моря в 1044 році, а в Довері між 1066 і 1086 роком.

На перших порах водяне колесо, як і нібито в Стародавньому Римі, тільки мололи зерно. Але вже в XI столітті комусь прийшла в голову думка замінити робочі органи млини – жорна – іншими органами, призначеними для виконання іншої роботи. У найпростішому випадку на головному валу млина замість цівочного колеса був жорстко закріплений кулак, він «керував» робочим органом. Його стали застосовувати для найрізноманітніших потреб, наприклад на сукно-валяльному виробництві для відбивання сукна у воді, щоб ставало щільніше і міцніше. Перш валяли руками, ногами і навіть палицями, але тепер це стали робити силою води, яка піднімала падаючі молоти допомогою кулачків, встановлених на валу колеса. У XIII столітті подібні майстерні вже перестали бути рідкістю. За таким же принципом в XI і XII століттях стали будувати ковальські молоти і ковальські міхи, в XIII столітті з'явилися паперові фабрики, а в XIV – рудодробилки.

Силу води застосовували для товчіння вайди (рослини, що дає синю фарбу) і дубової кори. До кінця XI століття водяне колесо прийшло в меліорацію, в XIII – на лісопилки. Тоді ж його стали використовувати для заточування ножів, а в XIV столітті – для волочіння дроту, розтирання фарб і приводу токарних верстатів. Зодчий Віллар де Оннекура з Пікардії, про який відомо, що він займався будівництвом соборів, залишив ескіз із зображенням млина, яка замість жорен мала пилку, що приводиться в рух за допомогою чотирьох ланкового шарніра.

Отже, за триста-чотириста років реального використання, а не у фантазіях істориків, водяне колесо зазнало еволюцію від

пристрою, придатного виключно для розмелювання зерна, до універсального двигуна, повсюдно використовуваного в різних галузях промисловості.

Слідом за тим і вітряні млини, з'явилися в Європі до кінця XII століття, здійснили швидкий кількісний і якісний прогрес. Ми писали вже, що в країнах ісламу вітряні млини зустрічаються вже з VII століття. Але влаштовані вони були зовсім інакше, ніж європейські: до обода горизонтального колеса з жорном, що обертаються на вертикальному валу, кріпили лопаті. Європейська ж конструкція схожа на сучасну вітряк, її крила відходили від горизонтального вала, обертання якого передавалося жорно парою зубчастих коліс.

По суті справи, це був водяний млин Вітрувія, в якій двигун підняли нагору, і з лопатами для уловлювання вітру замість водяного колеса. Навряд чи вона була простою копією східної млини. Можливо, це був відгук людей, вже знайомих з водяними колесами, на розповіді, скажімо, хрестоносців про те, що сарацини «запрягли вітер».

Про вітряку в Європі вперше згадується приблизно в 1180 році в одному документі з Нормандії. До кінця століття вона вже застосовується від Йоркшира до Леванту. Звичайно, пристосувати вітряної двигун для обслуговування будь-яких процесів, крім борошномельного, було не так легко, але приблизно з 1400 вона стає основою водопідйомних робіт при осушенні земель в Нідерландах. Іноді її використовували як привід різних механізмів, наприклад для рудничного підйомника в Чехії в XV столітті.

Найперші вітряні млини в Європі були козловими, тобто весь корпус повертався на козлах для наведення колеса з лопатями на вітер. Це дуже жорстко обмежувало розміри млинів. Потім з'явилися шатрові млини, в яких ходова частина поміщена в нерухомий корпус, а поворотний шатер несе лопаті і шестерні. Її потужність була вже в два-три рази більше, ніж у козлових. Мабуть, така млин з'явилася до кінця XIV століття, але широкого розповсюдження не отримувала аж до XVI століття, поки голландські інженери не вдосконалили її, використавши всі



потенційні можливості механізмів. Після цього стало можливим її застосування для багатьох виробничих потреб.

#### Упряж для худоби

Протягом багатьох століть, аж до появи парового двигуна, тільки тварини забезпечували людині швидкість пересування і перевезення вантажів. Ясно, що розробка пристосувань для використання худоби була дуже актуальною.

Стародавня упряж була придумана для запряжці биків. Її головним елементом було ярмо, покоїться на холці биків, – на щастя, форма бичачої шиї дозволяла зробити цю упряж вельми раціональною. Однак вона не годилася для онагра (це дикий осел), і особливо для коня. Шия в них невідповідна. Тому ярмо, коли воно лежало на холці коня, прихоплювали ремнем або хомутом навколо шиї. У порівнянні з сучасною упряжжю, в якій хомут покоїться на лопатках, ця упряж була дуже незручною. Коли кінь тягла візок або плуг, ремінь тиснув їй шию і душив, змушуючи ставати на дуби або закидати назад голову.

Крім того, коней не вміли кувати, а шкіряні накопитники одягали лише на збиті ноги. В результаті щонайменше дві третини енергії коней витрачалось даремно. Кінської тягою люди користувалися тільки для перевезення легких вантажів, а важкі вантажі продовжували перетягувати вручну ціною неймовірних страждань.



Мал. 1.24. Селянин за роботою (малюнок XIX століття)

А історики кажуть, що коня широко застосовували ще за часів Стародавньої Греції та Риму! Але ж у ті часи не було упряжі. Дуже довго не було її ні для їзди верхи, ні для однокінні, ні для багатокінної їзди; лише в Середні століття увійшла у вжиток раціональна і зручна упряж.

Професор Ярослав Кеслер висловлює ось яку думку:

«... Подивимося XI століття. І що ми бачимо в джерелах? Перший приклад: на території Італії в XI столітті, в перерахунку на сьогоднішній курс, один кінь коштувала 30 тисяч доларів. В даний час в Європі багато народу може дозволити купити собі коня за 30 тисяч доларів? Ні. У бартерному еквіваленті, в товарному, один кінь була еквівалентна 45 коровам, тобто коні були виключно дороги в XI столітті і так само рідкісні, як слони зараз. Другий приклад, в тому ж XI столітті. Вільгельм Завойовник зі своїм півтисячним загonom вершників, зібраних з усієї Європи за допомогою папи Григорія VII, висадившись на Британські острови, наголову розбиває на порядок перевершує за чисельністю армію Гарольда, пішу. Чому? А не було коней в Англії. Справа в тому, що англосакси орали на биках, про коней і не чули. Так що традиційна тепер англійська любов до коней виникла після Вільгельма Завойовника. Це він їх навчив цінувати коней.

А що ж у нас на Русі, Руська Правда Ярослава Мудрого? Та там вища міра встановлюється за вбивство вільної людини, не за зраду, а за конокрадство. І в наших билинах ми читаємо: «В одну сторону підеш – себе втратиш, в інший бік – коня втратиш». Жоден наш билинний богатир не йшов туди, де «коня втратити». Літопис забезпечена прекрасними ілюстраціями. Ось на цих ілюстраціях ви побачите, що на хортів конях сидять вершники, натягують луки, піднімають шаблі, тільки одна деталь – яке прагне немає у цих коней. А тепер ті, хто займався коли-небудь верховою їздою, скажіть, що станеться, якщо у вас стремена відсутні, що станеться, якщо ви будете намагатися натягнути лук або замахнутися шаблею? Воювати так можна? ...»

Історія розвитку сучасної упряжі вельми заплутана. Вважається, що в Китаї зуміли її значно удосконалити найпізніше

до II століття до н. е., запровадивши м'який хомут (форейтор). Він охоплював груди коні нижче, ніж бичачий, а приблизно посередині його кріпився горизонтально ремінний тяж, що звільняло шию тварини від тиску. Але до китайських повідомленнями треба взагалі підходити дуже обережно, не дуже-то їм довіряючи.

Більшої довіри заслуговують повідомлення, що до VII-VIII століть у народів Передньої та Центральної Азії, а також Сибіру замість дишлових возів, в які коней запрягали за допомогою ярма або нагрудних і нашійних ременів, з'явилися вози з голоблями і возжами. Були нарешті винайдені і такі важливі частини упряжі, як хомут, що складається з дерев'яного остова – клешні з підшитої під нього міцної (спочатку зазвичай повстяною) подушкою-валиком. Хомут надягав на шию коня і кріпився таким чином, щоб не стягувати тваринам дихального горла.

Слідом за Візантією і в Європі в якийсь момент замість ярма і дишла коней стали запрягати в голоблі. Упряж подібного роду з'явилася тут до IX століття і скоро міцно увійшла в побут. Сучасна упряж з м'яким хомутом, возжами і голоблями поширюється всюди в цьому своєму остаточному вигляді до XII століття.

Тоді ж увійшли в ужиток підкови (X століття), прибиті до копит коней цвяхами, адже в античну епоху (тобто в попередній період) були відомі лише захисні сандалі з металевою підошвою, що надягають на копита тварин. Правильно підкувати коня – непроста справа! .. В XI столітті з'явилися стремена. У XII столітті підковами і стременами стали користуватися повсюдно. Запрягання коней цугом теж поширилося лише в Середні століття.

Таким чином, люди навчилися нарешті повністю використовувати тяглову силу тварин. У підсумку знизилася витрати на сухопутні перевезення.

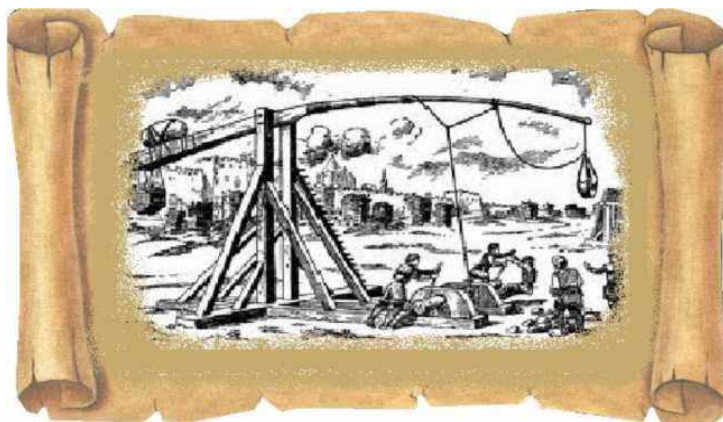
Тепер на сільськогосподарських роботах малоефективних волів можна було замінити кіньми і ослами. Кінь у вдосконаленій упряжі заміняла 10 осіб, а гарний водяне колесо або хороша вітряк – роботу 100 чоловік.

Тепер перейдемо до опису військової техніки. Відволічемося від хронології, подивимося, що про неї взагалі повідомлялося.

Отже, вдосконалення цибулі та праці призвело до винаходу військових машин. Серед них називають катапульти, які метали стріли, і балісти, метали каміння. Рушієм цих машин була пружна сила канатів, свити з волової жив або з волосся. Вважається, що військові машини – перші пристосування, розміри яких розраховувалися, причому розрахунковим модулем служила величина отвори, через яке пропускався канат. Були малі машини, метали каміння по 0,8 кг вагою, але будувалися і машини значних розмірів, які метали каміння по 80-120 кг.

Китайський найдавніший камнемет являв собою пружний жердину, вкопаний в землю, до якого кріпилася праща, несуча «снаряд» – камінь. У Європі якусь подобу такого камнемету називалося фрондіболой.

Потужною металюю машиною для бомбардування фортець по високій траєкторії і на значній відстані був монанкомн або, латинським джерелами, онагр. В основі цієї споруди лежала дуже міцна горизонтальна рама з натягнутим усередині нього товстим джгутом, скрученим з волової жив або волосся.



Мал. 1.25. Підготовка фрондіболи для перекидання снаряда в обложене місто

У цей канат уставлявся міцний важіль, до вільного кінця якого підвішувалися праща з каменем. За допомогою особливих пристосувань важіль заводився вниз, при цьому кручений канат приходив в бойове положення, потім звільнений важіль миттєво випрямлявся, а знаходився в пращі камінь викидався з великою силою.

Палінтон (баліста) також бив навісним вогнем. Це пристрій мав більш складну конструкцію. Усередині двох міцних вертикальних рам, по обидва боки бойового жолоби, що мав нахил  $45^\circ$ , натягалися товсті канати. В пучки кручених канатів вставлялися міцні важелі, вільні кінці яких з'єднувалися міцною тятивою, що ходила уздовж бойового жолоба. За допомогою пристосування натягували тятиву, при цьому важіль і канати наводилися в бойове положення. Перед тятивою поміщали камінь. Постріл проводився спуском тятиви: канати брали початкове положення, тятива випрямлялася, і камінь, слідуючи напрямку бойового жолоби, викидався з великою силою.

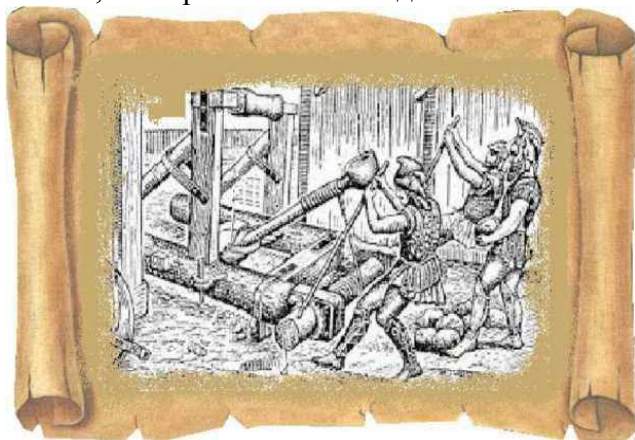
Якщо ці пристрої були розраховані для стрільби каменями, то евтітон, або катапульта, призначався для метання дротиків і величезних стріл. Пристрій евтітона було близько до палінтону, проте знаходився між рамами жолоб був розташований під кутом не  $45^\circ$ , а горизонтально. Ця метална машина використовувалася для ведення настільного вогню.

Метальні машини, залежно від їх потужності і характеру снарядів (кам'яні ядра, стріли, запальні судини, кошики з отруйними зміями, заражена падаць і т. Д.), Обслуговувалися командою від 4 до 10 спеціально навчених механіків та їх помічників. Каменемети і важкі стріломети призначалися для руйнування не надто міцних укриттів противника, його знарядь і кораблів. Легкі стріломети вражали живу силу противника. Снаряд, випущений з металної пристрої, міг точно влучати в ціль на дистанції 100-200 кроків, дальність стрільби складала близько 300 метрів. Існували спеціальні прицільні пристосування і прилади для зміни траєкторії.

Історики стверджують, що таку техніку мали древні – китайці, греки і римляни. Але точно про такі ж пристроях

повідомляють середньовічні джерела, і що важливо: тільки в цю епоху для їх виробництва були відповідні матеріали, а головне, велика кількість міст, населених ремісниками, виробниками техніки. Так що тут, швидше за все, помилка в датуванні.

Але не менш цікаво, що багато військові машини в тому вигляді, як вони описані, в реальному застосуванні або не могли бути корисними, або просто не могли діяти.



Мал. 1.26. Катапульта в зображенні середньовічних художників

Наприклад, візантійський механік Деметрій Поліоркет винайшов для облоги фортець велика кількість облогових споруд.

Серед них були спеціальні укриття від металевих снарядів – черепахи для земляних робіт, черепахи з таранами, а також галереї, за якими можна було безпечно проходити і повертатися з цих робіт. У це можна повірити. Але самим значним спорудженням, винайденим Поліоркета, билегелепола – рухома вежа пірамідальної форми на восьми великих колесах, окутих залізними шинами. Ось можливість побудови такої вежі представляється вельми сумнівною.

Вежа була дев'ятиповерхова, до 35 метрів і вище. На кожному поверсі розташовувалися каменемети і стріломети, а також загони воїнів для штурму фортеці. Фасад її, звернений до ворога, був обшитий залізним листом, що оберігало споруду від запальних снарядів. Коли гелепола за допомогою 3400 чоловік підсувається впритул до кріпосної стіни ворожого міста, а опір

захисників було придушене градом каменів і стріл, з гелеполи на стіни перекидалися мостки, по яких воїни спрямовувалися на приступ.

Але якщо земля нерівна, ні рухати цю махину, ні управляти нею не можна. Ті, хто це описував, не знали про терті в осях. Невипадково сьогодні величезні підйомні крани їздять по рейках, укладених на рівній місцевості. Правда, подібні пристрої застосовувалися в пізніше Середньовіччя, але були вони не настільки масивними, мали залізні маточини і осі, і являли собою, по суті, захищені важкі штурмові драбини.

Поряд з динамічними військовими пристосуваннями, створеними для економії людської сили, описані інші пристосування, які можна назвати кінематичними: вони служили для перетворення не сили, а руху. Це свого роду автомати, походження яких вважають вельми древнім. Вершина військової інженерної думки античних греків – полібола, метальна машина для горизонтальної автоматичної стрільби. У поліболи натягування тятиви, подача стріли і постріл вироблялися автоматично, за допомогою нескінченного ланцюга, яка приводилася в рух обертанням особливого ворота.

Основною зброєю дальньої дії і греків і римлян служила машина, що нагадує артилерійську установку, в якій використовувалась не сила вибухової речовини, а пружність скручених мотузок. Історики стверджують, що встановлення подібного роду були винайдені на початку IV століття до н. е. Після цілого ряду удосконалень вони стали кидати камінь вагою до 30 кілограмів на відстань 180 метрів. Архімед, кажуть, значно удосконалив конструкцію таких механізмів.

Надалі Ктесібій (приблизно 100-150 роки до н. Е.) і Філо з Візантії (приблизно 180 рік до н. Е., Вельми недостовірні дати) намагалися вдосконалити подібну артилерію. Філо, зокрема, пропонував замінити скорочення мотузки бронзовими пружинами або стисненим повітрям. Жодна з цих спроб не увінчалася успіхом, так, може бути, багато з описів – плід праці науково-технічних «фантазерів» Середніх століть? ...

У 1982-1983 роках журнал «Техніка і Наука» провів

дискусію, обговоривши достовірність повідомлень про військову техніку давнини. Почав дискусію Д. Зенін (№ 5, 1982), який оголосив військові машини античних і татаромонгольських воїнів вигадкою, потім до неї приєдналися військові, історики і просто рукаті хлопці, не полінувалися зібрати катапульта.

I. Старшинов, підтримуючи традиційну версію історії військової техніки, пише:

«... Незрозуміло, що хоче сказати Д. Зенін, приводячи величину імпульсу сили: те, що викидання більш важких снарядів вимагає і більшого імпульсу сили, ясно і без того. Очевидно, правильна постановка питання буде наступною: чи могла акумулююча система, використана в машині, накопичити енергію, необхідну для вильоту снаряда з певною швидкістю. Але це питання Д. Зенін обходить мовчанням. Разом з тим у свій час П. Львівським були проведені досить глибокі теоретичні дослідження пристрою торсіонних машин (катапульта), на підставі яких їм були виведені формули, які дозволяють оцінити не тільки далекобійність гармат і швидкість вильоту снаряда з установки, а й такі характеристики, як вага і розміри цих знарядь, а також силу, яку необхідно прикласти для взводу пристрої ...

Враховуючи, що знання стародавніх з балістики знаходилися на досить низькому рівні, Львівський цілком резонно припустив, що основним видом стрільби з металних машин повинна бути пряма наводка, в силу чого кут вильоту снаряда з установки був, загалом, невеликим (очевидно, не більше 20 -25 °). Приймавши цей кут рівним 20°, Львівський отримав, що швидкість вильоту снаряда становила для катапульта  $44 \pm 4$  м / с і для баліст  $65 \pm 5$  м/с відповідно дальність польоту снаряда була 100-150 м для катапульта і 230320 м для баліст. Це, загалом, не так уже й мало, особливо якщо врахувати, що далекобійність античного цибулі не перевищувала 100 м.

Якщо вважати, що метална машина зводиться механізмом з передавальним відношенням 1: 4 і що максимальна сила, що розвивається людиною, становить 80 кгс і безпосередньо на взводі машини працюють 4 людини, то отримуємо, що цих зусиль достатньо для стрільби катапульта, що метали снаряди вагою до 30



кг, і баліст, що метали снаряди вагою до 2 кг. Крім того, більш складні передавальні пристрої, а також більшу кількість обслуговуючого персоналу робить можливою експлуатацію більш потужних машин. Так що в машинах Архімеда, що метали камені вагою до 80 кг, немає нічого неправдоподібного, хоча результати, показані ними, були для свого часу безумовно рекордними».

Підполковник П. Солонар, відповідаючи, повідомляє таку думку: «Праця, витрачена П. Львівським, безперечно, заслуговує найглибшої визнання, але для баліст не врахована перекидаючий момент, що виникає при зіткненні металюї важеля з опорною балкою при пострілі, і такий важливий компонент, як опір повітря снаряду. Крім того, П. Львівський своїми розрахунками насамперед довів, що більш-менш транспортабельні були досить посередні установки, розраховані на вагу снаряда до 5 кг. Якби снаряди цієї маси могли вражати групову мету, застосування металюїх установок було б цілком рентабельно.

Створення ж дерев'яного споруд масою в 9,6 т, здатного переносити ударні навантаження, при всій повазі до генія Архімеда знаходиться до цього часу за межами навіть наших технічних можливостей.

Саме використання «складних передавальних пристроїв» робить систему мало придатною для бойового використання з причин низької надійності. Рівень складності техніки повинен відповідати рівню підготовки обслуговуючого штату.

Звичайно, з позицій останньої чверті ХХ століття вага бойової системи в 0,5 т можна вважати помірним, особливо якщо її поставити на колеса з пневматичними шинами, але час ймовірного практичного їх застосування було епохою дерев'яних ободів, до того ж відсутні амортизатори, я вже не кажу про дорожніх покриттях. Крім того, великі габарити чудо – машини обмежували маневр, виключаючи всяку несподіванка для супротивника. І тому для ведення бою зовсім марні».

Далі П. Солонар висловлює сумніви в користі металюїх машин при облозі фортець, крім випадків використання

запалювальних снарядів, і пише:

«Застосування установок в польових битвах більш ніж безперспективно, оскільки гранична дальність стрільби цих грізних гармат – 150-250 м – відстань, яку легка кіннота, лицарі й піхота пройдуть за лічені хвилини. Тому якщо перший залп і виведе з ладу кілька бійців противника, то другого залпу не буде, бо, поки прислуга буде перезаряджати свої гармати, атакуючі встигнуть підійти до супротивника впритул і вступити в рукопашну».

Забезпечення переправ при зазначених розрахункових дистанціях стрільби представляється марним.

Захист берегів від висадки десантів могла б мати місце, якби захисникам заздалегідь було відомо точне місце висадки десанту, і одного залпу установок було б достатньо для нанесення відчутних втрат десантно-висадочних засобів противника. Але оскільки вже перший залп видавав би присутність грізної зброї, то перенесення плацдарму метрів на п'ятсот повністю виводив би десантників з-під обстрілу.

Твердження про гарну навченості і великому досвіді облог і штурмів, яким володіли лицарі і кнехти (активні бійці Середньовіччя), не вірно. Лицарі навчалися в домашніх умовах як єдинокорці, так само готувалися і стрільки, Кнехтів ніхто нічому не вчив.

Штурми стали можливими тільки з появою вибухових речовин, до цього стан облоги справа зводилася до розорення околиць і припинення підвезення продовольства блокованому об'єкту.

На жаль, у багатьох середньовічних трактатах, на мініатюрах і навіть іконах зустрічаються зображення металевих машин. Вони потрапили навіть у Московський лицьовий звід XV століття. Але все установки виглядають, незважаючи на уявну достовірність, дуже підозріло. У тих же джерелах містяться куди більш фантастичні відомості: плаваючі чоботи, колісниці з серпами, гармати, що стріляють за риг, рекомендації в морському бою обстрілювати кораблі супротивника бочками з рідким милом, «щоб зробити палубу слизької», і багато інших «для ратних справ

корисна припущення».

На закінчення автор зазначає, що на малюнках металеві машини підкуповують простотою конструкції, а тому легко сприймаються за об'єктивно існували, хоча всі спроби виготовлення аналогів не вдалися.

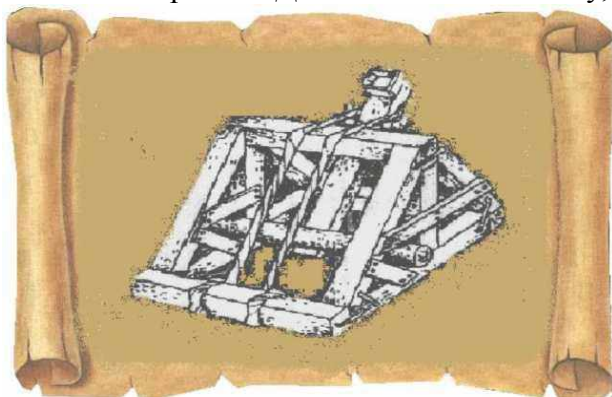
Про таку спробу виготовити аналог повідомляє в журналі «Техніка і Наука» (№ 4, 1983) Д. Баранов з м Полоцька Вітебської обл.

«З інтересом прочитавши статтю Д. Зеніна» Артилерія древніх: правда і вигадка «, я став роздумувати, чи можливо прийняти на віру таку сміливу гіпотезу, заперечливу те, що з дитячих уроків історії не викликало сумніву. Коли моя думка стало схилитися на бік автора статті, я закликав на допомогу знайомих і друзів. Зав'язалася суперечка. Говорили багато, довго сперечалися, але до спільної думки так і не прийшли. Тоді одному з нас прийшла в голову блискуча ідея: на практиці перевірити дію грізною китайської техніки, яку, на думку істориків, використовували монголо-татари при взятті російських міст.

Перешкод до досвіду ми не бачили, так як у нас в ту пору йшла реконструкція сусіднього селища, і матеріали для експерименту були, як кажуть, під рукою. Звичайно, шийні зв'язки буйвола нам взяти не було звідки, та й жіночого волосся в потрібній кількості дістати досить складно, але вихід знайти вдалося. Я запропонував використовувати білу гуму. Якщо з її допомогою запускають планери, то вантаж в 32 кг, як мені здавалося, можна закинути куди завгодно.

Раму, важіль з рухомою опорою і стопорну балку ми сколотили досить швидко. За зразок було взято катапульта з підручника історії для 5-го класу. Правда, замість класичної ложки ми зробили маленький ящикок за розмірами стандартного цегли. Не мудруючи лукаво, визначили розміри споруди: рама – 2 1,5 м, П-подібна рама зі стопорною балкою – 1,5 м, важіль – 2 м. Крім важеля, всі деталі пиляли з колод 0,2 x 0,2 м. Для важеля використовували дошку 0,15 • 0,1 м. Три години дружної роботи, і «чудо античної та Батиевій техніки» було готово. Виріб вийшло значне.

Випробування почали відразу ж, але ... перший амортизатор виявився слабким. Додали ще по 5 гумових стрічок. Звели пристрій, вистрілили – верх важеля полетів разом з цеглою метрів на 25. Наростили важіль гаком, а цегла поклали в авоську. Приготувалися до другого пострілу. Залп! Цегла прорвав авоську, а важіль зламався посередині. Довелося ставити балку, як на рамі.



Мал. 1.27. Так виглядало знаряддя, споруджене для експерименту.

Амортизатор знову наростили. Черговий постріл зніс разом зі скобами стопорну балку. Нам потрібен час, щоб підсилити конструкцію, але ефект був той же, важіль згортав стопорну балку, а цегла не летів далі 30 м. Додатково до всього спорудження після кожного пострілу підстрибувало і розхитувалося. Навіть якби воно і стріляло як слід, то сумніваюся, що з нього можна було цілитися. Ось так я переконався, що суперечка про потужності та ефективності цих машин.

У Західній Європі в XIII-XIV століттях застосовувалися такі види облогових знарядь: тарани, металльні знаряддя (онагри, балісти, катапульти, гігантські арбалети і т. Д.). Для руйнування зубців кріпосної стіни використовували спеціальні гаки-руйнівники (підвішена на стояку-рамі довга жердина з гаками на кінці). Фортечні стіни долалися за допомогою рухомих дерев'яних веж, що мали декілька поверхів з відкидними містками для виходу на стіну, з яких перекидалися сходи з гаками на ворожі стіни (подібні гелеполам). Використовувалися штурмові драбини –

самбук. А нам кажуть, що все це було придумано античними механіками Стародавній Греції.

При підході до укріплень атакуючі прикривалися переносними або пересувними (на ковзанках або колесах) щитами. У міру просування вперед до неї ззаду приставлялися нові ланки. Знову, вважай, вкрали у античних механіків.

У морських боях брали участь веслові (або вітрильно-веслові) бойові кораблі з загостреними бивнями в носовій частині, якими таранили судна противника. На великих судах встановлювалися також металльні механізми, зазвичай жбурляти різноманітні запальні снаряди. Тут, у порівнянні з античністю, нове – тільки запальні снаряди.

Середньовічні металльні машини будувалися за тими ж принципами, що й античні, але змінювалися їх типи, габарити, метан об'єкти, скорострільність. Легко зрозуміти, що якась частина Середньовіччя і була цієї міфічної античністю, а розвиток техніки йшло еволюційним шляхом. Зокрема, фронтібола була тією ж античної металльної машиною, тільки забезпеченою противагою. Аркбаліста була комбінацією потужного лука з лебідкою для натягування тятиви. Більш важкою машиною для метання стріл була бріколь – в ній використовувалася пружність дерева.

Два слова про Китай. Одні історики запевняють, що китайці до VII-X століть самостійно виробили основні типи військових машин, а найбільшого розквіту в їх виробництві досягли в X-XII століттях, і що з Китаю ці машини потрапили в Середню Азію. Інші історики кажуть, що середньоазіатські країни мали металльні машини грецького походження, отримані з Візантії.

Але цього мало: виявляється, деякі типи каменеметів, побудовані в Китаї, називалися «мусульманськими»! Тут ситуація стає такою дивовижною, що мимоволі згадується фраза Аліси з книжки Льюїса Керролла: «Чим далі, тим дивніше», – на початку XIII століття з китайською військовою технікою ознайомилися монголи, а в середині того ж століття монгольський богдыхан Хубілай почав війну з Китаєм і застосував проти нього «мусульманські» металльні машини, а потім, кажуть, монголи

напали і на Русь, маючи китайські машини. Так хто, у кого і що запозичив? ...

Перехід до вогнепальної зброї поставив перед механіками нові завдання: поліпшення техніки виготовлення стовбурів, забезпечення їх міцності і точності стрільби. Саме відкриття пороху стало, мабуть, результатом діяльності техніків різних країн, які досить довго шукали щось подібне. Так, в останній чверті VII століття візантійці вперше застосували «живий», або «грецький вогонь».

Винайшов його нібито сирійський майстер Каллінік в 671 році, і аж до XII століття візантійці зберігали в таємниці секрет його виготовлення. «Грецький вогонь» включав імовірно суміш селітри, сірки, нафти, смоли, каніфолі і деяких інших речовин. Він не тонує і не гасився водою. На флоті для його метання використовувалися бочки, скляні та жерстяні кулі, а також спеціальні мідні труби, за допомогою яких запальна рідина випускалася на кораблі або війська противника у вигляді палаючих струменів. Ці середньовічні вогнемети називалися ручними сифонами, полум'яними рогами.

«Грецький вогонь» втратив своє значення лише з появою вогнепальної зброї, але сам, звичайно, був його предтечею.

Тут знову треба згадати про Китай. Вважається, що майже одночасно з появою у Візантії «грецького вогню» в китайському алхімічному творі був описаний горючий склад з сірки, селітри і деревного вугілля. До початку X століття порох в Китаї не тільки вже винайшли, але й почали застосовувати у військових цілях. Але нам відома достовірною історією, згідно з якою єзуїти, які прийшли з Європи, допомагали китайцям лити гармати.

Дивно виходить. За що не візьмись нам кажуть: «Та в Китаї це вже тисячу років тому знали». Але де наслідки китайського творчості? Коли європейці прийшли в Китай, то їм довелося вчити місцевих жителів майже всьому заново.

Винахідниками пороху вважали натураліста Роджера Бекона, монаха Бертольда Шварца, а також деяких алхіміків. Так само, як і на Сході, в Європі на початку XIV століття з'являється вогнепальна зброя. Вже через кілька десятиліть англійці під

проводом короля Едуарда III обстріляли місто Кале. Одночасно вогнепальну зброю потрапляє і на Русь, спочатку з Заходу, а потім і зі Сходу. Відповідно тут утворюються і різні військові терміни, наприклад гармаш. Через сто років на Русі вже будували свої гармати вагою до 300 кг із залізних смуг, зварених у порожній циліндр і скріплених обручами.

Однак результативність нової зброї була невеликою. Так, під час оборони Галича осаджуючі застосували артилерію. «Але ні в що ж бисть се їм, – писав літописець, – божиею благодаті убиша бо нікого ж ...» Так було не тільки на Русі: перші гармати якщо і вбивали когось напевно, то в першу чергу гармашів. Все це призвело до необхідності створення нової технології: від зварювання смуг перейшли до відливання і до свердління заготовок. Таким чином, можна вважати, що поруч з поршнеvim насосом саме гармата стоїть біля коліски парової машини.

Обробка гарматних і рушничних стовбурів стимулювала розвиток металообробки та підйомної техніки. Підвищилася роль металу: частини машин стають не дерев'яними, а переважно металевими.

В цілому виробництво машин, звичайно, залежало від якості матеріалів і їх наявності. Але справа не тільки в цьому. Видимими і невидимими нитками саме конструювання машин з самого початку було пов'язане з природознавством, математикою, мистецтвом – з усіма напрямками розвитку людської культури. Це достатня причина для того, щоб, займаючись хронологією, аналізувати всі напрямки людської культури, вишукуючи взаємозв'язки і закономірності їх спільного розвитку.

## 1.4. Арбалети

У битвах Середньовіччя дворянської кінноті протистояли міські загони лучників, а потім арбалетників. Арбалет (від латинського *arcaballista* – лук-баліста) з'явився в IX столітті і отримав широке поширення починаючи з XII століття. Він представляв собою ложе з міцного дерева (зазвичай тиса), на одному кінці якого зміцнювалася дуга (іноді дві дуги) цибулі зі

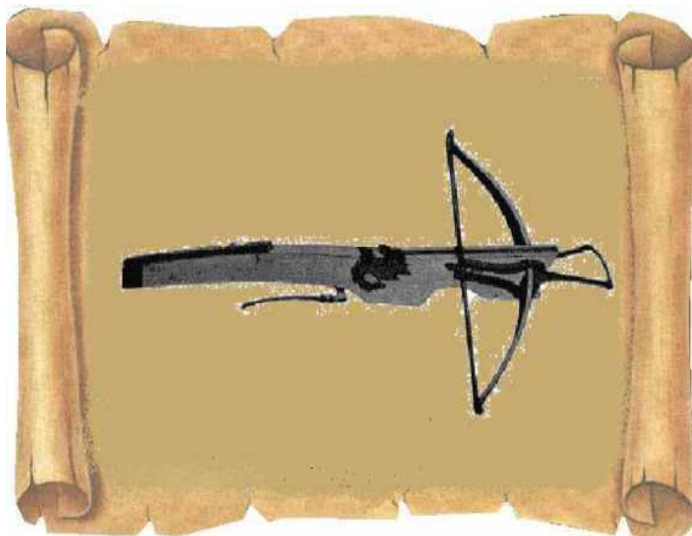
сталі. Тятиву з крученого сухожилля або прядив'яного шнура натягували за допомогою спеціального пристрою, обертаючи зубчасте колесо. Арбалет стріляв короткими залізними стрілами або свинцевими і кам'яними кулями на відстань до 150 кроків. Пробивна здатність арбалетних куль значно перевищувала таку звичайних стріл і становила серйозну загрозу лицарських обладунках.

Однак повідомлення про перші арбалетах в Китаї відносять до середини першого тисячоліття до нашої ери. На відміну від своїх європейських братів, в основній масі відрізнялися непоказним дизайном, зразки китайських арбалетів, що дожили до наших днів, несуть на собі печатку якоїсь закінченості і чіткості конструкції, а це відразу ж вселяє підозри: щоб досягти такого результату, виріб повинне було пройти великий еволюційний шлях.

Крім того розвиток арбалетів в Європі – історія цілком самостійна і не має відношення до Китаю, оскільки конструкції замків зброї абсолютно різні, та й за параметрами китайські зразки відрізнялися від європейських. Ложа китайського арбалета в середньому була близько 750-850 мм, для дуги використовувалися складові з найбільшим поширенням на основі бамбука, середня їх довжина коливалася в межах 750-1200 мм. Дивує також, що, незважаючи на велике зусилля натягу (в деяких зразках воно досягало 360 кг), натяжні пристрої як такі відсутні, і китайському арбалетників доводилося, лежачи на спині, діяти одночасно руками і ногами, зводячи свою зброю. Але найбільш примітною деталлю є спусковий механізм, який складався всього з трьох деталей; він вражає своєю цілісністю і продуманістю.

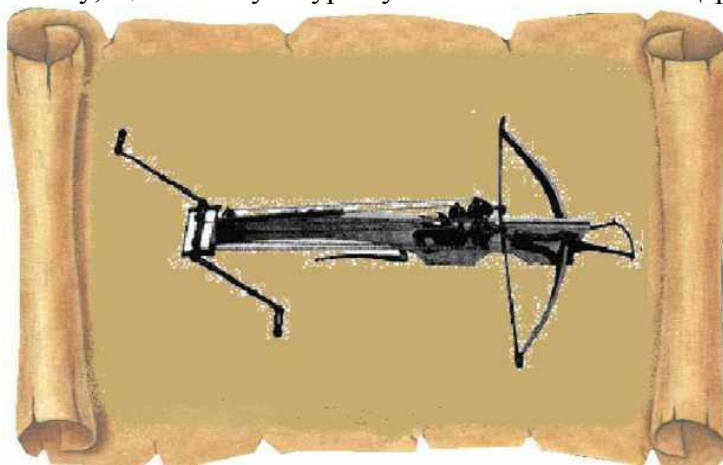
Європейці ж познайомилися з арбалетами у Візантії, де їх іменували гастропетом, приблизно в V-VI століттях н. е., але не змогли в силу свого технічного відставання відтворити їх. У той же час відомо опис гастропета, зроблене древнім греком Героном Олександрійським. Ми в цьому, до речі, бачимо підтвердження нашого припущення, що Герон – візантійський майстер перших століть імперії.





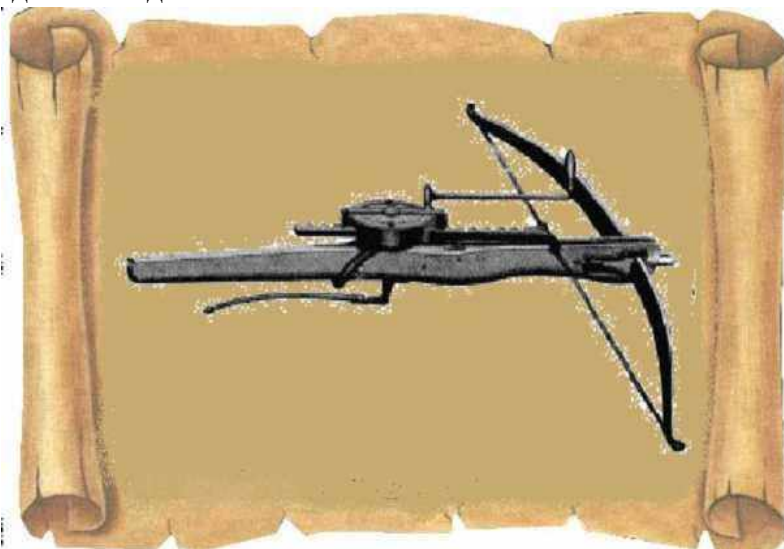
Мал. 1.28. Один з перших європейських арбалетів

Друга зустріч відбулася наприкінці XI століття, коли хрестоносці здійснювали свій 1-й Хрестовий похід. Арбалет знову викликав у них подив і страх. І тільки в XII столітті він отримав широке розповсюдження, особливо в Англії та Франції. Доречно зауважити, що на Русі арбалети були відомі раніше, в X-XI століттях, про що свідчить Радзивіловський літопис. Можливо, це сталося тому, що наша культура була тісно зав'язана на Царгород.



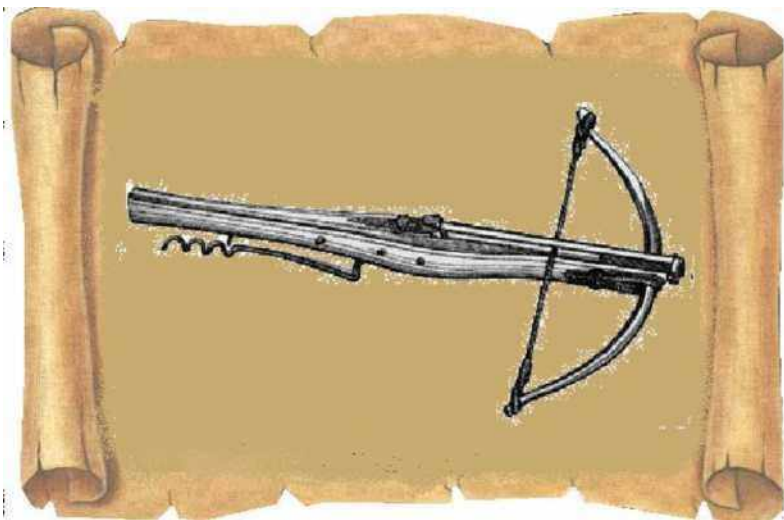
Мал. 1.29. Англійська арбалет

Застосування арбалета швидко змінило тактику бою, раніше орієнтувався на лучників. У ті часи техніка стрільби з лука припускала спускати тятиву від вуха, а не від носа, як це робиться зараз, у зв'язку з чим цілитися, в нашому розумінні даного процесу, було неможливо. Щоб дійсно навчитися не просто стріляти, але і потрапляти, необхідно було регулярно і довго тренуватися, починаючи з дитинства, виробляючи в собі особливе «чуття», а до повноліття випускати в хвилину до десятка стріл на відстань близько 200 кроків. Природно, послуги таких стрільців обходилися недешево.



Мал. 1.30. Німецький арбалет

Але з появою арбалета будь-яка людина, володіючи лише елементарними навичками стрільби, міг змагатися у влучності з професійним лучником, а по вражаючій дії зброї і перевершити його. Так, за деякими даними, болт, пущений з арбалета, з відстані в 150 метрів вражав панцерника і міг збити вершника з коня на відстані 200 метрів.



Мал. 1.31. Арбалет, що стріляє кулями

З цього моменту лучники перестали бути окремою, високооплачуваною кастою, і їх серйозно потіснили швидко зростаючі загони арбалетників. Завдяки своїй доступності, арбалет ще довгий час вважався «низьким» зброєю, негідним шляхетного лицаря, а Другий Лютеранський собор 1139 року заборонив використання арбалетів проти християн як смертоносною зброєю і дозволив застосовувати їх виключно проти невірних. Проте вже близько 1190 арбалети застосовувалися у військах Річарда I Англійського і Філіпа-Августа Французького, внаслідок чого папа Інокентій III відродив заборона Собору, що, втім, не дало особливих результатів.

Так почався бурхливий розвиток і вдосконалення арбалетів, «золотий вік» яких припав на XV-XVI століть, коли вони застосовувалися нарівні з досить недосконалим ручним вогнепальною зброєю.

Разом з поліпшенням самої конструкції арбалета виникли і нові типи конструкцій. У XIV столітті з'явився перший натягач – натяжний гак, який кріпився до поясу арбалетника: для натягу стріли нога впиралася в стремено, стрілок присідав, зачіпав тятіву за гак і, випрямляючи, натягував тятіву. Розвитком ідеї важільної натяжки з'явилася так звана козяча нога. У 1500 році, за

указом імператора Максиміліана I, який мало не загинув на полюванні від несподіваного спуску стріли, було розроблено найпростіше запобіжний пристрій, запобігає випадковий постріл.

Близько 1530 в Італії з'явилися маленькі арбалети, які можна було носити під одягом. Уряд їх заборонив, а сенат Венеції призначив в 1542 році велика штраф за використання подібних видів зброї, але це не зменшило їм популярності, особливо серед городян. Що стосується відмінностей в конструкціях самих арбалетів, то тут було все, до чого тільки могли додуматися допитливі розуми Середньовіччя. Так, на деяких моделях зажим робився поворотним, його можна було звернути вбік при натягу лука. В Іспанії застосовували балестри, арбалети з довгою тонкою ложею, в Італії – шнеппери, які відрізнялися від балестри зігнутою, між спуском і луком, ложею.

Потім з'явилися модифікації для стрільби глиняними або металевими кулями, тоді ж були використані перші прицільні пристосування. Кінець XVI століття ознаменувався появою арбалетів, комбінованих з вогнепальною зброєю, але незабаром арбалет взагалі перестали використовувати у військовій справі.

Після того як арбалет зняли з озброєння армій, він ще деякий час залишався зброєю мисливців, любили його за безшумність, але у зв'язку з удосконаленням вогнепальної зброї, підвищенням дальності його бою і купчастості стрільби, безшумністю стали нехтувати і від арбалета майже повсюдно відмовилися. Хоча ще на початку XX століття промисловики Сибіру залишали на звірячих стежках натягнуті троси з підведеною до них конструктивним подобою самострілу-арбалета.

## **Розділ 2. Основи авто моделювання та конструювання**

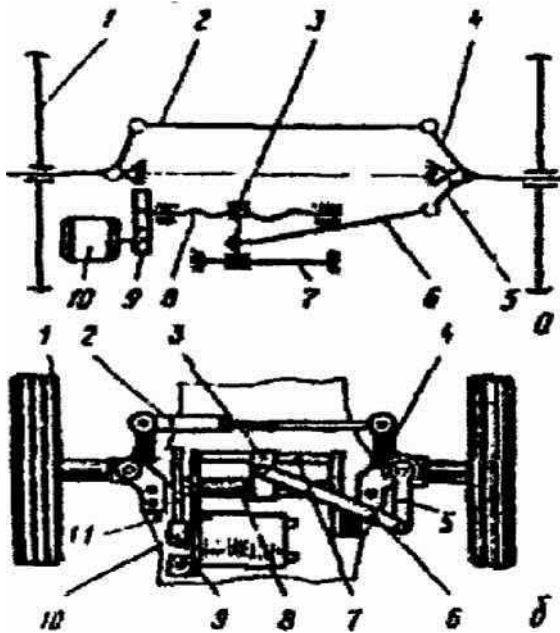
Об'єктами моделювання можуть бути легкові, вантажні, спеціальні автомобілі та автобуси; військова колісна та гусенична техніка (бронетранспортери, танки, самохідні установки); спеціальні транспортні засоби (аеросани, снігоходи, амфібії). Об'єднує наявність двигуна, редукторів та рушіїв, що приводять транспортний засіб, у рух.

Моделі класифікують аналогічно їх прототипам у автомобільному транспорті та військовій техніці.

Модель-копія являє собою побудовану у певному масштабі геометричне подібну копію прототипу, що повторює більшість вузлів та деталей трансмісії (зчеплення, коробку передач, карданну передачу, диференціал), органи керування, а також системи освітлення, сигналізації та ін. моделі-копії повинні бути заклені (дверне скло може бути напівопущене). Максимальна довжина моделі-копії дорівнює 500 мм.

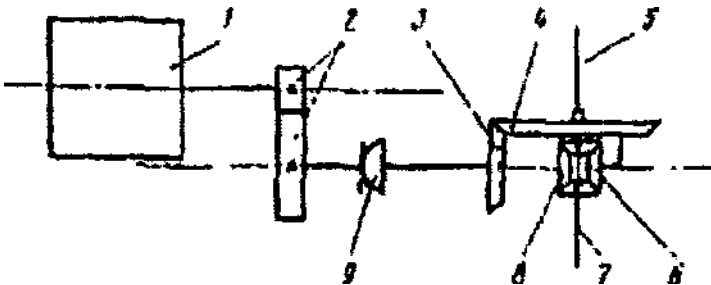
У спортивному моделюванні виділяють швидкісні (гоночні) моделі відповідної конструкції та моделі-копії транспортних або гоночних автомобілів. При створенні гоночних моделей особливу увагу приділяють на їх швидкісні якості та керованість. Такі моделі виготовляють з двигунами внутрішнього згоряння ДВЗ та приводом на колеса або повітряним гвинтом. Керують моделями з допомогою радіо або корди. Радіокеровані моделі гоночних автомобілів повинні мати довжину не більшу 1/8 довжини справжніх автомобілів та ширину не більшу ніж 265 мм.

Основними складальними одиницями моделей є кузов ШАССІ (рама, ведучі колеса з вісями, ведомі колеса з рульовою трапецією), моделей-приймач та елементи автоматики), джерела живлення.



Мал. 2.1. Кінематична схема та загальний вигляд рульової машинки автомоделі:

1-колесо, 2-повздовжня тяга, 3-ходова гайка, 4-важіль поворотної цапфи, 5- поворотна цапфа, 6-тяги ходової гайки, 7-направляючий стержень, 8-ходовий гвинт, 9- зубчаті колеса, 10-електродвигун.



Мал. 2.2. Кінематична схема трансмісії автомоделі:

1 – електродвигун, 2-редуктор, 3-ведуче зубчате колесо диференціалу, 4-ведома шестерня диференціалу, 6-8-сателітні шестерні диференціалу, 5-7-напіввісі.

Двигуни, що встановлюються па моделях (ДВЗ та

електричні), мають, велику частоту обертання валу. Швидкість руху моделі-копії невелика, тому необхідно ставити на модель редуктор. Він є проміжним ланцюгом між двигуном та валом ведучих коліс, що знижує частоту їх обертання, цим забезпечується задана швидкість руху моделі.

Діюча модель повинна мати певну маневреність. Це досягається введенням диференціалу, або вільною посадкою одного з коліс заднього моста. Останній спосіб знижує ходові та оцінюючі якості моделі, тому бажано встановлювати диференціал. Для його виготовлення потрібно мати конічні зубчасті колеса.

Маневреність моделі залежить від маховика рульового керування. Повороти направляючих коліс здійснюються за допомогою рульової трапеції, яка забезпечує зв'язок правого та лівого коліс та різницю кутів їх повертання відносно основної лінії автомобіля (автомоделі).

У самохідних моделях-копіях рульове керування здійснюється за допомогою рульової машинки. Через редуктор електродвигун приводить у обертання гвинт ходової передачі. Ходовий брусок пересувається по гвинту через тягу, обертає важіль поворотної, цапфи навколо вісі. Цапфа повертається разом з напіввіссю колеса. Тяга з'єднана шарнірно з цапфами коліс, передає обертання на вісь іншого колеса. Направляючий валик підтримує поступальний, рух ходового бруска і відвертає заклинювання тяги клерувальної машинки.

Можливі різні варіанти матеріалізації кінематичної схеми рульового керування. Відповідальною ланкою у цій схемі є поворотна цапфа. Конструктивно вона може бути виконана по різному, але в усіх випадках повинна вільно, обертатися навколо своєї вісі. Цапфа з'єднує передню вісь моделі тягу рульової трапеції і тягу рульової машинки.

Для легковиків автомобілів характерна незалежна підвіска передніх коліс.

Колеса моделей виготовляють з сирої резини методом вулканізації (для цього необхідна прес-форма), або застосовують колеса від іграшок заводського виготовлення.

Обертний рух від мікро двигуна до ведучих коліс передається за допомогою карданної передачі, яка складається з валів та з'єднувальних муфт, вали можна виготовити з дроту типу ВС, ОВС, із резинових та пластмасових трубок (наприклад, від стержнів кулькових авторучок). Муфти для з'єднання за конструкцією бувають: фланцеві, трубчасті, циліндричні з шаровим пальцем.

Коли визначений принцип роботи моделі переходить до розв'язання питань компонування деталей складальних одиниць. При ньому треба врахувати, що у самохідних моделях компонування окремих складальних одиниць може бути іншою, ніж у автомобілі прототипу. Наприклад, при моделюванні автомобіля з заднім розташуванням двигуна, двигун на моделі можна розмістити по середині рамп. Замість карданної передачі може бути використана зубчата передача, замість коробки передач – редуктор з постійним передаточним відношенням, замість двох чи чотирьох сателітів у диференціалі – один. На відкритій (без кузова) моделі всі складальні одиниці виглядають по іншому, ніж на автомобілі, який копіюється.

Двигуни та джерела живлення часто розміщуються у закритих відсіках моделі. У моделях вантажних автомобілів деякі елементи встановлюються у кузові.

Компонування складальних одиниць повинні бути зручними для регулювання та заміни джерел живлення. Необхідно намагатися узгодженої роботи двигуна. Все це вимагає попереднього проектування моделі і окремих складальних одиниць.

Перш ніж приступити до проектування моделі автомобіля, необхідно знати його будову і основні технічні характеристики, класифікацію моделей автомобілів, прийоми побудови креслення моделі, типи двигунів та джерел живлення, які встановлюються на моделях, а також фізико-механічні властивості матеріалів та технологію їх обробки.

Проектування починається з вибору класу моделі і складання технічного завдання на її побудову. Для прикладу покажемо порядок проектування самохідної моделі-копії легкового



автомобіля.

I етап. Підбір малюнків, фотокарток, та іншої документації, яка відноситься до автомобіля-прототипу. Визначення класу моделі, масштабу, конструкції корпусу та мостів, типів двигунів і джерела живлення, матеріалів, необхідних для побудови моделі.

II етап. Визначення габаритних розмірів моделі автомобіля і швидкості переміщення на основі принципів механічної подібності.

III етап. Виготовлення креслення прототипу

IV етап. Виготовлення креслень окремих одиниць моделі, які виготовляються у майстернях за допомогою малюнків, фотокарток, іншої документації, яка відноситься до автомобіля прототипу. Складання технологічних карт на виготовлення найбільш складних деталей.

Для розробки креслення, іноді у названих джерелах не вистачає окремих даних. По деяких об'єктах моделювання можуть виникати ускладнення у визначенні розмірів більшості деталей прототипу.

У таких випадках слід звертатись до фототехніки. Об'єкт, який цікавить, фотографують на відстані 4-8 метрів, що дозволяє одержати фотокартки без великих спотворень, які пов'язані із перспективою. Із негатива можна одержати зображення автомобіля у вибраному масштабі. Рекомендуються масштабні співвідношення 1:20. 1:25. 1:24. 1: 32, (міжнародний масштаб), 1:40.

Орієнтиром при фото друкуванні повинно бути база, тому що габарити можуть мінятися у залежності від модифікації або з інших причин. Повздовжньою базою автомобіля є відстань між передньою та задньою вісями. За допомогою фотокартки можна отримати розміри окремих елементів конструкції, наприклад, розміри скла, відстань між фарами, їх висоту над рівнем землі. Але цей спосіб визначення розмірів об'єкта має більшу похибку. Більш повні та точні дані можна отримати при проектуванні зображення автомобіля на екран у масштабах 1:1, 1:2, 1:4 безпосередньо з негатива чи діапозитива виготовлених за допомогою апарату АКД-55.

Гарний результат дає поєднання цих двох методів наступним чином: на фотопапері отримують дзеркальний відбиток (фото друкування виконується при зарядженні негатива у фотозбільшувач емульсією догори), просвічуючи цей фотознімок на склі (наприклад, на вікні), обводять на її звороті основні лінії деталі та, отримують ескіз, проектують на великий екран зображення автомобіля, намагаючись при цьому, щоб база відома по технічних даних та її розміри на зображенні у масштабі відповідали один-одному, лінійкою вимірюють розміри потрібних деталей та переносять їх на підготовлений ескіз. Креслення, виконане у вибраному масштабі, полегшує підбір уніфікованих виробів.

Часто необхідно розв'язувати задачу забезпечення необхідної швидкості руху моделі при заданих параметрах двигуна, перш за все – частоту обертів вала двигуна. Відповідність між ними забезпечується розрахунком редуктора. Відзначимо, що для радіокерованих моделей не рекомендується швидкість більша ніж 5 км за годину (83.3 м/хв.). Для прикладу визначимо параметри редуктора моделі автомобіля ВА3-2101. Відомо, що діаметр ведучого колеса дорівнює 30 мм. за взірець двигуна взято електродвигун ПАУ-22 з частотою обертання вала 10000 об./хв., а швидкість моделі повинна бути 30 м/хв.

Спочатку визначимо частоту обертів колеса, яка відповідає даній швидкості формули  $V = \pi D n_{\text{кол}}$

$$n_{\text{кол}} = V / (\pi D) = 30 / [3,14 \times 0,03] = 315 \text{ об./хв.},$$

де – V- швидкість моделі;

D – діаметр ведучого колеса.

Передаточне відношення редуктора визначається за формулою:

$$V = n1/n2 = 315/10000 = 0.0315$$

n – частота обертів вала двигуна.

Однак для зубчатих редукторів не рекомендується передаточне відношення більше 8 і менше 1/8. Таким чином реалізувати передачу (двигун-ведуче колесо моделі) за допомогою однієї ступені неможливо. У автомобілях застосовують двохступеневі редуктори, або інший-редуктор у

диференціальному механізмі. У обох випадках і передаточне відношення визначається як добуток передаточних відношень кожної ступені:

$$U = u_1 u_2 = Z_1/Z_2 \cdot Z_3/Z_4$$

Де  $Z_1, Z_2$  число зубців зубчатих коліс першої ступені.  $Z_3, Z_4$  число зубців зубчатих коліс другої ступені.

Виходячи з цих міркувань, необхідно підібрати зубчасті колеса всіх ступенів у кінематичному ланцюзі від валу двигуна до валу ведучих коліс.

## 2.1. Оцінювання моделей автомобілів

До побудованих спортивних моделей автомобілів висуваються суворі вимоги: вони проходять стендову оцінку та оцінку ходових якостей. Стендова оцінка спортивних автомобілів проводиться по порівнянні прототипу моделі та самої моделі. Для цього необхідно мати креслення прототипу моделі з усіма необхідними розмірами та проєкціями, які дають змогу повністю визначити та порівняти форму та розміри виготовленої моделі. Нижче наводяться основні показники, за якими відбувається стендове оцінювання автомобілів у балах.

А. Заохочувальні бали нараховуються	
Модель на гусеничному ході	10
Наявність:	
а) зчеплення	2
б) коробки передач	4
в) розподільної коробки для багатовісєових моделей	3
г) карданної передачі (за кожну)	2
д) диференціалу механічного (за кожний)	5
е) дверей (за кожну), капота, багажника, кузова, вантажного автомобіля.	1
ж) позиції (за кожну) перемикачів світла	1
з) звукового сигналу	2
і) склоочистника з механічним приводом	2

За модель, керовану за допомогою радіо, з двигуном внутрішнього згоряння

Б. Бали за подібність та якість виготовлення:

Розташування двигуна:

- |   |   |
|---|---|
| а) що відповідає розташуванню у автомобілі прототипі (у кабіні під підлогою), двигун капотований    | 3 |
| б) що відповідає розташуванню у автомобілі і прототипу (у кабіні, під підлогою), двигун капотований | 2 |
| в) не відповідаючи розташуванню у автомобілі прототипі  | 1 |

Конструкція ведучого моста:

- |  |   |
|--|---|
| а) відкритого, з підвіскою довільної конструкції або без підвіски) | 1 |
| б) закритого, з кожухом та підвіскою, що і відповідає прототипу    | 3 |
| в) закритого, з кожухом та підвіскою, не відповідаючи прототипу    | 3 |

Конструкція рами або профільованої нижньої частини кузова:

- |   |   |
|---|---|
| а) подібна до конструкціїавтомобіля-прототипу | 3 |
| б) довільна                                   | 1 |

Конструкція веденого моста:

- |  |   |
|--|---|
| а) подібна конструкціядо прототипуавтомобіля | 3 |
| б) довільна                                  | 1 |

Конструкція коліс у складеному стані:

- |   |   |
|---|---|
| а) шини з протектором; форма шин, дисків та ковпаків відповідає прототипу | 4 |
| б) форма шин, дисків та ковпаків не відповідає прототипу                  | 1 |
| в) форма шин не відповідає прототипу                                      | 2 |

### Форма кузова:

- а) повна подібність прототипу 5
- б) порушення окремих пропорцій 3
- г) грубе порушення форми та пропорції 1

### Якість фарбування

- а) високоякісне фарбування. поверхня полірована без плям, підтікань, та інших дефектів 5

### Повнота облицювання та пропорційність її деталей:

- а) облицювання легкового автомобіля або автобуса повне, при дотриманні пропорції 5
- б) облицювання легкового автомобіля або автобуса не повне, з порушенням пропорцій 4
- в) облицювання вантажного автомобіля 3
- г) невідповідність облицювання прототипу 1

### Якість виготовлення облицювання:

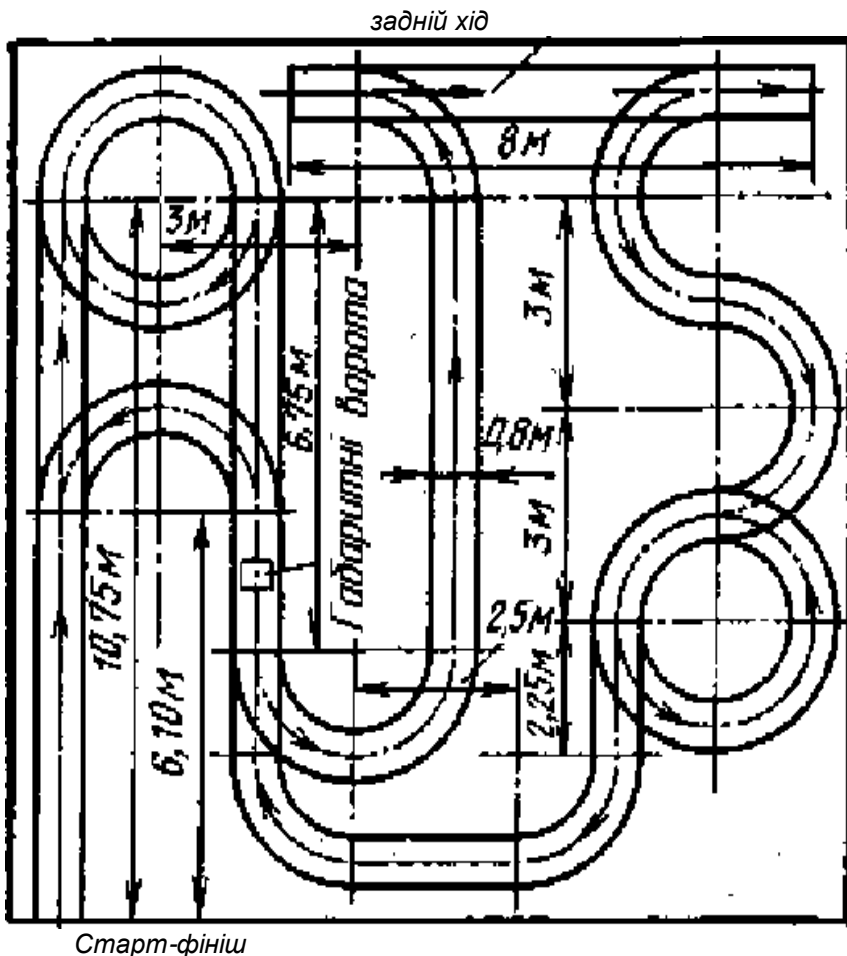
- а) хромування або полірування облицювання до відповідності прототипу 3
- б) не хромоване облицювання без полірування та фарбування 2
- в) облицювання вантажного автомобіля 1

### Внутрішнє оздоблення салону (кабіни).

- а) повне копіювання салону (кабіни) автомобіля, високоякісне оздоблення 6
- б) неповне копіювання, неякісне оздоблення 3
- в) невідповідність салону (кабіни) прототипу 1

### Якість монтажу електрообладнання:

- а) високоякісний монтаж, джерело живлення та проводка замасковані у моделі 3
- б) відкрите джерело живлення та проводка 1



Мал.2.3. Схема автотраси для змагань автомоделей.

## 2.2. Проектування авіаційної моделі

Проектування моделі копії повітряного апарату ведеться у декілька етапів:

1 етап: підбір малюнків: фотокарток та іншої документації, що відносяться до прототипу. Визначення класу моделі та її мас штабу.

2 етап: визначення розмірів усіх основних моделей та вибір гвинтомоторної групи.

3- етап: креслення ескізу моделі (виглядів у плані, спереду, збоку).

4- етап: виконання креслень окремих деталей та складальних одиниць, які будуть виконуватись самостійно, з допомогою малюнків, фотокарток та іншої документації, то відноситься до прототипу. Складання технологічних карт на виготовлення найбільш складних деталей.

Починаючи роботу над спортивною моделлю, вивчають досягнення авіамоделювання, вибирають тип (клас) моделі, основні принципові розміри, підкріплюючи свої припущення на будь якому етапі проектування розрахунками та експериментами.

Технічну документацію готують у наступному порядку: спочатку визначають важливі параметри та вибирають двигун. Потім виконують ескізи зовнішнього вигляду у масштабі 1:10 або 1:5 та вирішують задачі пошуку найкращої аеродинамічної та естетичної форми. Після цього виконують складальне креслення моделі та робочі креслення крила, фюзеляжу та стабілізатора у масштабі 1:1. У закінченні складають перелік основних вузлів моделі з визначенням маси кожного.

Модель у залежності від вибраної схеми повинна мати найвигідніше сполучення стійкості та керованості. Так, ширяючі та таймерні моделі повинні мати добру стійкість та керованість. Будь-яка модель повинна мати мінімальний лобовий опір, та досить міцне, та жорстке крило, фюзеляж, стабілізатор. Разом з цими якостями модель повинна бути гарна.

Більшість моделей будується по схемі моноплану з верхнім розташуванням крила. Найвище розташування крила спрощує виготовлення моделі та регулювання. Кордові моделі мають крило з середнім та нижнім розташуванням. Модель вільного польоту проектують за однією схемою, вони відрізняються тільки розмірами.

Важливим параметром моделі є розмах крила (L). Для планерів розмах крила дорівнює 1–1,5 м, для моделі з гумовим двигуном 1– 1.5м , з двигуном внутрішнього згоряння 1,5–2 м

(при потужності двигуна 0,1–0,15 кВт). Ширина крила, або його хорда,  $L = (1)12 - 1(8)b$ , а товщина  $L = (0,08 - 0,15)b$ . Подовження крила, тобто відношення довжини крила до його середньої хорди  $L/L_{ср}$  8–12. Поперечний кут крила  $V$  – цей кут, що складається між поперечною віссю, літака та нижньою поверхнею крила. Його приймають рівним 6–10. Установчий кут  $\alpha = 2 - 4$ ; площа крила  $S_{кр} = (0,08 - 0,12)b^3$

Профіль крила вибирають виходячи з призначення моделі. Так, для моделі планеруючого польоту більш доцільний профіль № 1 (таблиця 1), тобто вгнуто-випуклий, а для швидкісного польоту профіль №2. Визначивши ширину крила та користуючись таблицею, розраховують та викреслюють у натуральну величину профіль крила. Для цього використовують дві вісі координат. На вісі  $x$  відкладають відрізок рівний довжині хорди профілю, та ділять його на частини лініями, перпендикулярними хорді. Відстань від початку хорди до кожної з ліній рівна  $1/100$  довжини хорди помноженої на число, вказане у таблиці. Так, наприклад, лініям з числом 20 для профілю № 1 буде віддалена від початку хорди, довжина якої 160 мм, на відстані  $i$   $60/100/20 = 32$  мм.

Координати точок верхніх обводів профілю підраховують аналогічно. Для розглянутого випадку координати точок верхніх обводів

$U_v = /160/100/8,05 = 12,9$ мм, а нижньої  $U_n = /160/100/ 0,1/ = 1,6$  мм. Координати точок нижнього обводу можуть мати від'ємне значення. Всі знайдені точки обводять плавною кривою лінією і одержують профіль крила у натуральну величину. Таким кресленням користуються при виготовленні нервюр або шаблонів.

Відстань між нервюрами у каркасі крила складає приблизно 40% довжини хорди, а при великих відстанях між нервюрами встановлюють додатково носки нервюр та інші елементи жорсткості. Кількість лонжеронів у крилі залежить від його ширини. При ширині менше 140-150 мм, ставлять один лонжерон, а при більшій – два. Перший лонжерон встановлюють на відстані рівній 25-33% ширини крила від передньої його кромки, а другий



– на відстані 65–70%.

Розмах стабілізатора (L) складає 25–35% розмаху крила, а ширина стабілізатора ( $L_{ст}$ ) 20–30% розмаху стабілізатора. Для моделей планера площа стабілізатора ( $S_{ст}$ ) 13–22% площі крила ( $S_{кр}$ ), а для гумовомоторної та таймерної моделі 20–35% цієї площі. Чим більша відстань (плече оперення) від крила до стабілізатора, тим меншою площиною може бути стабілізатор.

Площа кіля моделей планерів ( $S_n$ ) складає 3,5–4,5% площі крила гумомоторних 7–8%, таймерних 4,5–6%. Для моделей з більшим плечем оперення та значною боковою поверхнею вибирають меншу площу кіля. Чим більший кут поперечного крила, менше плече оперення та кругліше переріз фюзеляжу, тим більшої площі повинен бути кіль.

Фюзеляж моделі повинен мати певний запас міцності. Це зв'язано не тільки з аеродинамічними силами, що діють на модель у польоті, скільки з перевантаженнями які виникають при посадці. Фюзеляжі планерів повинні витримувати згинаючий момент у вертикальній площині 15 Н/м, гумомоторних моделях – 10 Н/м та таймерних 40 Н/м. У горизонтальній площині можуть виникати перевантаження, складаючи у середньому 60% діючих у вертикальній площині

Довжина фюзеляжу планера та моделі з гумовим двигуном складає 75–90%, а з двигуном внутрішнього згоряння 50–60% розмаху крила. Мінімальна площа поперечного перерізу фюзеляжу залежить від площин стабілізатора та кіля і орієнтовано може бути вирахована за формулою:  $S_{кр} = (S_k + S_{ст})K_n$

де  $S$  – площа кіля,  $дм^2$ ;

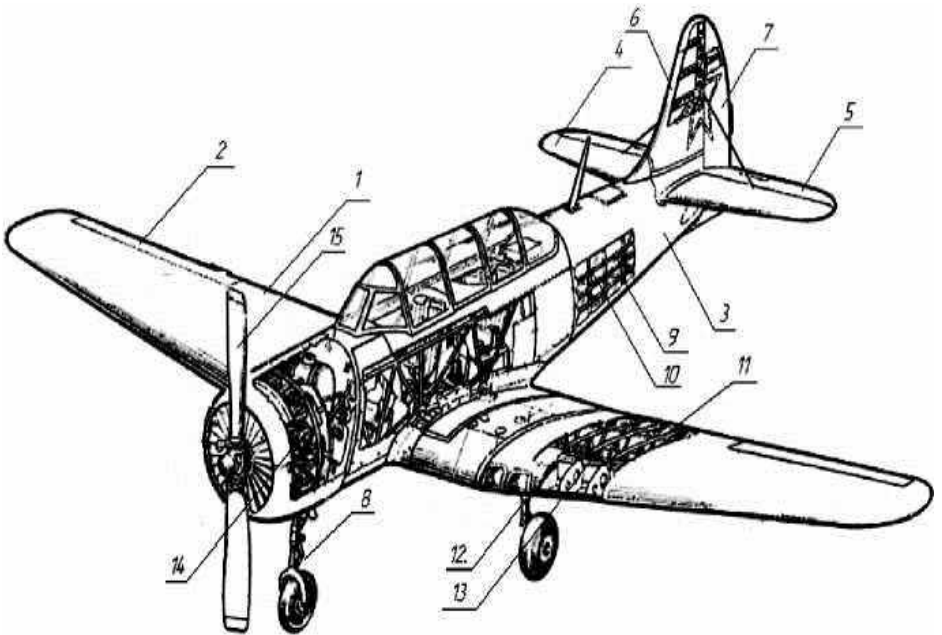
$S_{ст}$  – площа стабілізатора,  $дм^2$ ;

$K_n$  – коефіцієнт пропорційності.

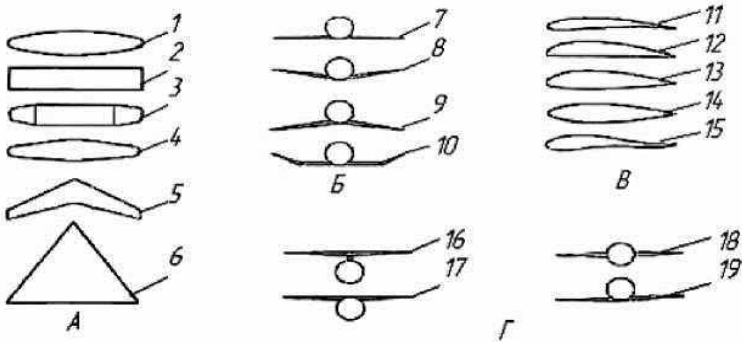
Для моделей з гумовим двигуном  $K_n = 1/100$  з двигуном внутрішнього згоряння  $K_n = 1/80$ . Найбільший переріз розташовують на відстані 1/4–1/3 від носової частини фюзеляжу. Ширина колії шасі повинна забезпечувати стійкість моделі при пробігу по землі та складає 16–20% розмаху крила. Висота шасі повинна бути більша половини діаметра гвинта, щоб запобігти торканню робочим гвинтом землі. Масу моделі розраховують,

виходячи з сумарної площі стабілізатора та допустимого навантаження на одиницю площі.

Маса гумового двигуна складає 17% маси моделі, а довжина (врахуванням 10% витягування) – 70–110 см. Діаметр гвинта складає 30-40% розмаху крила. Крок гвинта постійний і має 1,2-1,6 його діаметра. Чим менше діаметр гвинта, тим більшим повинен бути крок Лопаті гвинта еліпсоїдні, з максимальною шириною, рівною 10-14% діаметра гвинта.



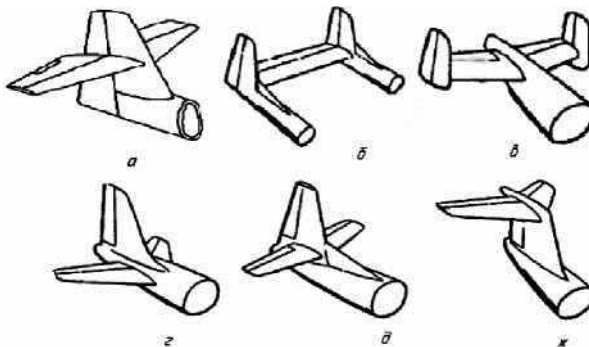
Мал.2.4. Будова літака: 1-крило, 2-елерон, 3-фюзеляж, 4-стабілізатор, 5-руль висоти, 6-кіль, 7-руль напрямлення, 8-допоміжна стійка шасі, 9-стрінгер фюзеляжу, 10-шпонгоут, 11-нервюра крила, 12-амортизаційна стойка, 13- лонжерон крила, 14-двигун, 15-гвинт.



Мал.2.5. Форми крила.

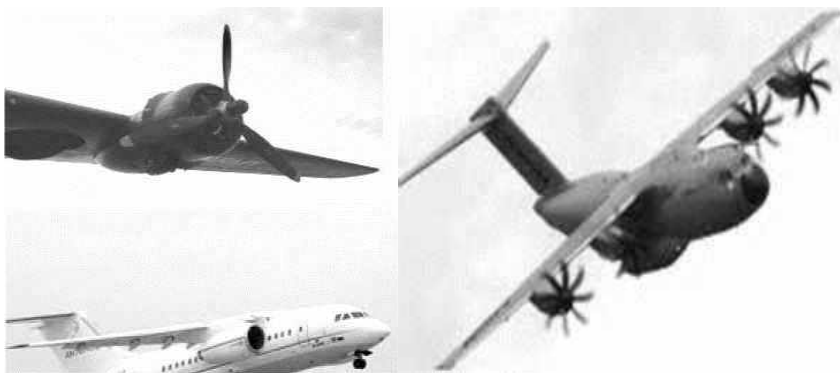
А - в плані, Б - в основній проекції, В - в поперечному розрізі, Г - положення крила на фюзеляжі.

1 - еліпсоподібне, 2 - прямокутне, 3 - комбіноване, 4 - трапецевидне, 5 - стрілоподібне, 6 - трикутне, 7 - стрілоподібність (поперечна) нульова, 8 - стрілоподібність додатна, 9 - стрілоподібність від'ємна, 10 - стрілоподібність комбінована, 11 - двовигнуте крило, 12 - плоско-випукле, 13 - двовипукле, 14 - двовипукле-симетричне, 15 - дильфінове, 16 - типу парасоль, 17 - верхнепланове, 18 - середньопланове, 19 - нижньопланове.

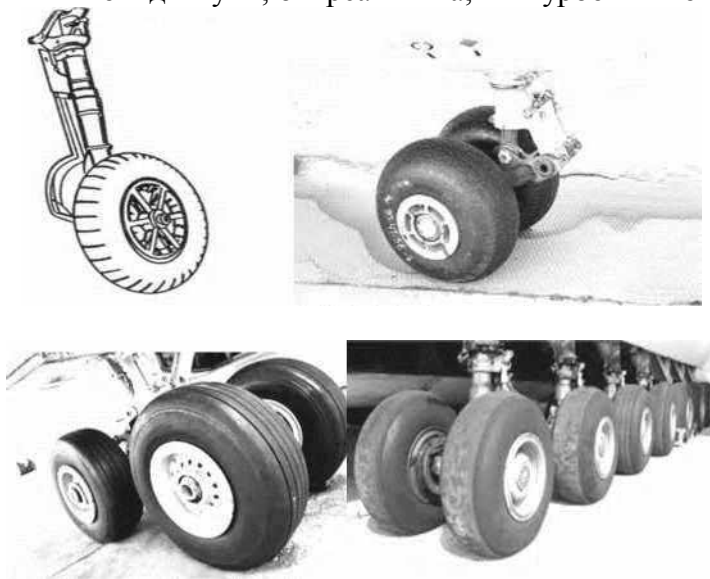


Мал. 2.6. Схеми розташування кіля та стабілізаторів.

*a, г, д, ж* -однокильовий; *б* - двукильовий; *в* - безкильовий; (за розташуванням стабілізатора): *а* - з середнім стабілізатором, *в* - з V- подібним стабілізатором з шайбами на кінцях стабілізатора; *жс*, з верхнім розташуванням стабілізатора *г* на фзеляжі і хвіст. балці.



Мал. 2.7.-Двигуні установки :  
 а – гвинтові двигуни; б – реактивна; в – турбогвинтова .



Мал. 2.8. Стійки шасі.  
 а – з одним колесом, б – з двома колесами; в – з чотирма колесами,  
 г – багато колісне.

Максимальна ширина лопаті буде на відстані від її кінця,

рівному – 45–50% радіуса свині а, причому гвинти меншого діаметра та більшого кроку мають лопають більшої ширини.

Теоретично гвинт, як і крило, має найбільшу підйомну силу (силу тяги) при кутах атаки 14–16°.

Для гвинтів найкращим кутом є 6–8°. Кращими вважаються гвинти, лопаті яких мають по довжині змінний профіль: біля комля двовипуклий, а у середній та кінцевій частинах вгнуто випуклий з товщиною, що складає 4–5% ширини лопаті. Вал гвинта виготовляють з сталюого дроту ОВС або ВС, діаметр якого залежить від діаметра наступним чином діаметр гвинта, мм 200, 300, 400, 500, більше 500 Діаметр вала гвинта, мм 1, 1,5, 1,75, 2, 2,5.

Таблиця 1.1. Координати точок для побудови профілю крила.

I	X	0	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
	Ув	0,85	2,9	4,2	6,1	7,3	8	9	9,2	8,7	7,7	6,4	4,6	2,5
Ун	0,8	0,3	0,1	0,8	1	1,8	2,2	2,3	2,2	2	1,5	0,7	0,1	
II	Ув	0	2,2	3,9	5,5	6,4	7	7,4	7,2	6,5	5,5	4,2	2,9	1,4
	Ун	0	0,8	-1,3	1	-2,1	2,3	2,6	2,6	-2,5	2,3	-1,9	-1,5	90,9
III	Ув	1,7	2,3	3	3,4	3,8	4	4	3,7	3,3	2,7	3	1,1	0,2
	Ун	-1,7	2,3	-3	3,4	-3,8	-4	-4	3,7	-3,3	2,7	3	-1,1	-0,2

### 2.3. Елементи аеродинаміки та теорії польоту

На авіаційну модель з працюючим двигуном, як і на літак, у горизонтальному польоті з постійною швидкістю діють сили вага  $G$  сила тяги  $P$ , підйомна сила  $V$ , сила лобового опору  $X$ . Сила тяги, що створюється гвинтом, забезпечує рух моделі вперед, опір повітря (лобовий опір) протидіє їй. Підйомній силі протидіє вага моделі.

При конструюванні моделі ці сили розраховують. При цьому

намагаються зменшити силу лобового опору та • масу моделі і збільшити силу тяги та підйомну силу. Силу тяги збільшують шляхом підвищення потужності двигуна та зменшення маси моделі. З метою зменшення маси моделі застосовують найбільш легкі і в той же час досить міцні матеріали для виготовлення усіх деталей. Перш ніж говорити про шляхи зменшення лобового опору, та збільшення підйомної сили, розглянемо утворення цих аеродинамічних сил. Політ моделі розглядається, як рух її відносно повітря. Повітря перешкоджає руху моделі і в той же час підтримує її.

Сила лобового опору моделі складається з сил опору усіх його частин: крила, оперення, фюзеляжу, пілона та інших деталей. Сили опору моделі у цілому або окремо її частини залежить від геометричних розмірів, швидкості польоту, густини повітря та аеродинамічного удосконалення.

Силу лобового опору визначають за формулою:

$$X_n = C_x \rho v^2 S / 2.$$

де  $C_x$  – коефіцієнт лобового опору, визначає аеродинамічне вдосконалення моделі,  $S$  – площа проєкції тіла на площину, перпендикулярну зустрічному потоку (моделевий переріз, або модель),  $\rho$  – густина повітря,  $V$  – швидкість польоту моделі.

Коефіцієнт лобового опору моделі, у цілому, визначається коефіцієнтом опору окремих її частин.

Таблиця 1.2. Коефіцієнт лобового опору елементів моделі.

	Елементи моделі	$C_x$
1	Фюзеляж прямокутного перерізу	0,27
2	Фюзеляж круглого перерізу	0,20
3	Кругла стопка	1,5
4	Обтікаюча стопка	0,4
5	Пілон	0,22
6	Стабілізатор	0,02
7	Кіль	0,02
8	Крило	0,04

На основі аналізу формули та даних таблиці 2 можна намітити шляхи зменшення  $X_n$  Перш за все слід зменшити площу найбільшого перерізу фюзеляжу, його роблять, таким чином, щоб можна було розмістити у ньому двигун та механізми, забезпечити і необхідну жорсткість та міцність і вибрати найбільш обтікаючу форму. Крім того, необхідно прагнути до зменшення допоміжних ; елементів, що знаходяться у повітряному потоці (підкоси, скойки) та і якісно виготовити всі деталі моделі.

## ВИНИКНЕННЯ ТА ЗМІНА ПІДЙОМНОЇ СИЛИ.

Підйомна сила моделі складається з підйомної сили крила (підйомна сили крила складає 90–95% підйомної сили літака, тому будемо говорити саме про неї). При русі літака (моделі) крило та стабілізатор омиваються зустрічним потоком повітря. При обтіканні верхньої випуклої поверхні крила струми повітря значно звужуються, при обтіканні нижньої поверхні вони звужуються менше, швидкість потоку над крилом зростає, а під крилом зменшується. В наслідок цього над крилом тиск знижується, а під крилом підвищується. Ця різниця тисків викликає виникнення підйомної сили, яка завжди направлена перпендикулярно набігаючому потоку. Підйомна сила крила (стабілізатора) залежить від його геометричних розмірів, швидкості і польоту моделі  $V$  густини повітря  $\rho$  та площі несучої поверхні (несучої здатності) профілю крила  $S$  її можна визначити за формулою: 
$$Y = C_y S \rho V^2 / 2$$

де –  $C_y$  – коефіцієнт підйомної сили крила, який залежить від форми профілю та кута атаки  $\alpha$

Кут атаки – це кут між напрямом набігаючого потоку повітря та хордою профілю крила. При зміні кута атаки ( $\alpha$ ) підйомна сила та сила опору змінюється за величиною. Кут атаки вибирають таким чином, щоб лобовий опір був найменшим, а підйомна сила найбільшою. Аеродинамічне вдосконалення моделі.

Відношення підйомної сили до сили лобового опору називають аеродинамічною якістю крила:  $K = Y_T / X_T = C_{yT} / C_{xT}$ .

де  $C_y$  – коефіцієнт підйомної сили всієї моделі

де  $C_x$  – коефіцієнт підйомної сили стабілізатора;

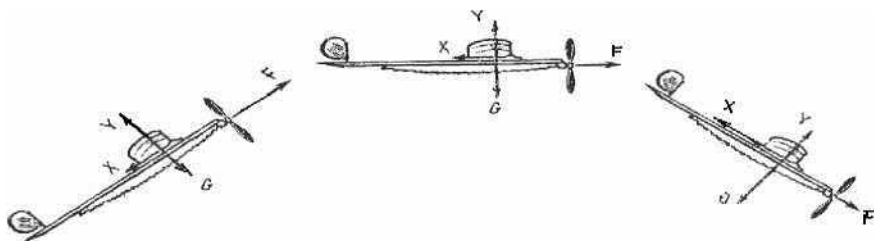
ССТ – несуча здатність профілю стабілізатора

Аеродинамічні коефіцієнти  $C_y$  та  $C_x$  визначаються експериментальне у аеродинамічній трубі. Аеродинамічна якість моделі змінюється у польоті. Тривалість та висота польоту моделі буде більшою у тих моделей, які мають більше значення максимальної аеродинамічної якості.

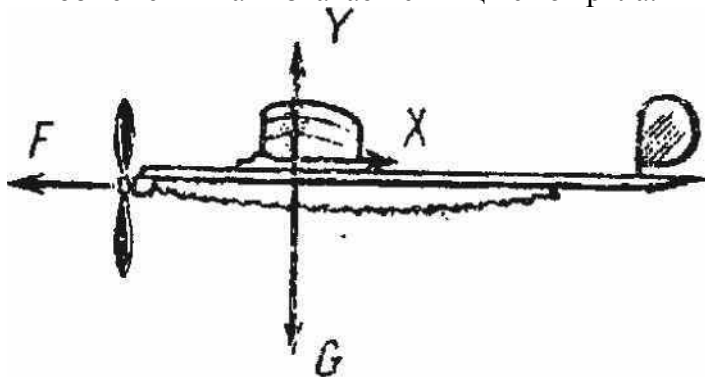
Таким чином, основними шляхами підвищення підйомної сили моделі є вибір найбільш вигідного профілю крила та куга атаки. Політ моделі можливий лише у тому випадку, якщо її двигун буде мати достатню силу тяги.

### ФАЗИ ПОЛЬОТУ МОДЕЛІ

У польоті моделі розрізняють три ділянки (див. мал. 9: набір висоти (зліт), горизонтальний політ, зниження (ширання).

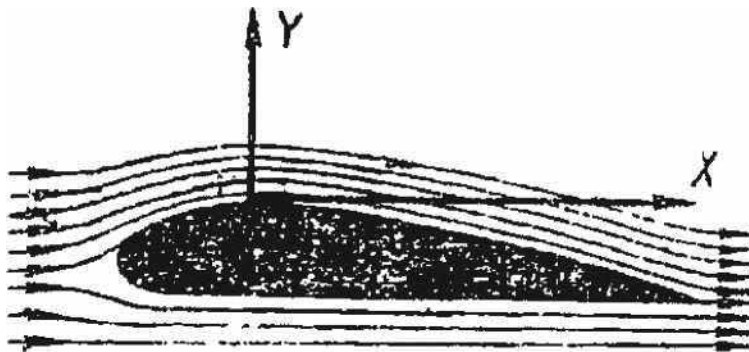


Мал.2.9.Фази польоту літака та сили що на нього діють. прискорює політ моделі, але це прискорення має своє обмеження та визначається міцністю крила.



Мал. 2.10. Сили, що діють на гумомоторний планер.





Мал. 2.11. Виникнення підйомної сили на крилі літака.

Рушійною силою при злеті моделі з двигуном є тяга гвинта. При злеті на модель діють сили: вага  $G_m$ , тяга гвинта  $F$ , аеродинамічна сила  $K_{mv}$ , яку складають підйомна сила  $U_{mv}$  та сила опору  $X_{mv}$ .

При зрівноваженому польоті вірно відрегульована модель має ті сили зрівноваженими, тому можна записати:

$$U_{\text{тв}} = C_T \cos\theta, \text{ де } \theta - \text{кут злету.}$$

З формули випливає, що підйомна сила крила зменшується із збільшенням кута злету. Значення необхідної тяги для злету виключаючи ділянку розгону можна визначити за формулою:

З формули випливає, що при малих кутах злету тяга головним чином залежить від опору моделі, а при більших кутах від її маси. Як правило, опір моделі у моторному польоті більший, ніж при ширянні. З збільшенням необхідна для злету тяга зростає. Оптимальні кути злету гумомоторної моделі  $10-20^\circ$ , для таймерної  $50-70^\circ$ .

У ширяючому польоті підйомна сила приблизно рівна вазі моделі, а її лобовий опір у 8–15 разів менший підйомної сили. Рушійною силою у польоті є вага моделі. Час та дальність польоту моделі (без урахування ділянки планування) можна підрахувати за наведеними нижче формулами.

Час польоту,  $t_m = n/n_s$  де  $n$  – закручування гумового двигуна у обертах;  $n_s$  – частота обертання гвинта об/с. Дальність польоту,  $L$  м де  $V$  – швидкість польоту м/с. Для моделі з мікро двигуном : час підльоту,  $t_m = Q_t/q$  де,  $Q_t$  – кількість пального,  $\text{см}^3$ ,  $q$  – годинна

витрата пального  $\text{см}^3/\text{год}$ . Дальність польоту;  $\text{км}$  :

$L = 3,6 V Q t / q$ , де  $V$  – швидкість польоту,  $\text{км} / \text{год}$ .

### РОЗРАХУНОК ПОВІТРЯНОГО ГВИНТА.

Повітряний гвинт складається з двох або більше лопатей, з'єднаних між собою ступицею. Тягу гвинта створюють лопаті. Формулу тяги гвинта визначають, як силу реакції повітряного потоку, що відкидається гвинтом назад:  $F = m(dv/dt)$ , де  $m$  – маса повітря, що проходить через площину обертання гвинта,  $(dv/dt)$  – зміна швидкості повітряного потоку за час  $dt$ . Для розрахунків повітряних гвинтів моделей застосовують спрощену формулу,  $F = 9,8 \cdot \rho n_s^2 D^4$ , де  $n_s$  – коефіцієнт тяги гвинта, що залежить від геометрії гвинта, кута установки лопатей та режиму роботи гвинта;  $\rho$  – густина повітря;  $D$  діаметр гвинта.

З формули видно, що тяга підвищується, якщо гвинт буде працювати з більшою частотою, тобто відкидати повітря з більшою швидкістю. Проте цей шлях енергетичне не вигідний. Найбільш оптимальний шлях збільшення тяги – встановлення гвинта більшого діаметра. Однак у цьому випадку на конкретну модель, у залежності від типу моделі двигуна, може бути встановлений гвинт визначеного діаметра, оптимального з найбільш високим ККД. Оптимальний діаметр гвинта для моделі з гумовим двигуном визначається за формулою.

$D_{\text{опт}} = 8,05 F^{1/2} / v$  а для моделі з двигуном внутрішнього згорання за формулою.  $D_{\text{опт}} = 2,5 F^{1/2} / v$

Основною величиною, що характеризує правильність вибору гвинта є ККД  $\eta = N_{\text{пов}} / N_{\text{затр}}$ , де  $N_{\text{пов}}$  - корисна потужність гвинта;  $N_{\text{затр}}$  потужність, що витрачається на обертання гвинта.  $N_{\text{пов}} = Fv$ , де  $V$  - швидкість польоту моделі,  $\text{м}/\text{с}$ .

Потужність, необхідна для обертання гвинта, підраховується за формулою:  $N_{\text{затр}} = \beta \rho n s^3 D^5$ , де  $\beta$  — коефіцієнт потужності.

Підраховавши за формулою  $N_{\text{пол}}$  і  $N_{\text{затр}}$ , отримуємо:

$\eta = (\alpha/\beta) \times (v/n^5 D)$  та  $\alpha$  і  $\beta$  визначається досвідним шляхом з таблиць. Основним шляхом підвищення ККД є збільшення його корисної потужності, яка залежить від кроку гвинта, форми та профілю лопатей. Працюючий гвинт, обертаючись навколо своєї вісі та одночасно пересуваючись вздовж неї із швидкістю  $V$ ,

утворює крок. Таким чином шлях пройдений гвинтом  $U$  напрямі польоту моделі за один оберт при умові, що повітряне середовище неподатливе називають геометричним (розрахунковим) кроком гвинта ( $H$ ). Внаслідок того, що повітря середовище податливе, гвинт насправді може пройти за один оберт відстань більшу або меншу його геометричного кроку. Відстань, яку повітряний гвинт дійсно проходить за один оберт, називають дійсним кроком або поступом гвинта:  $H_a = \gamma H$ .

Різниця між розрахунковим кроком гвинта та його поступом, називається ковзанням гвинта: Гвинт, у якого крок всіх перерізів лопатей однаковий називають гвинтом постійного кроку. Кути нахилу перерізів ( $\phi$ ) лопатей у таких гвинтів різні та зменшуються до кінця лопатей. Гвинти постійного кроку широко застосовуються на повітряних моделях. При розрахунку гвинтів користуються не абсолютними значеннями кроку, поступу ковзання, а їх відносними величинами: відносним кроком гвинта  $h = H/D$  відносний поступ гвинта  $\gamma = H_a/D = V/Dn_s$ , відносним ковзанням гвинта  $S = S/H = 1 - H_a/H$  Для гвинтів з змінним кроком існує також поняття кроку гвинта; у цьому випадку під кроком гвинта розуміють крок перерізу лопаті, розташованої на відстані  $0,375D$  від вісі обертання. Гвинт має високий ККД, як правило у тому випадку, якщо різниця знаходиться у межах  $0,1-0,25$  Кут нахилу лопаті у будь-якому перерізі знаходять за формулою;  $\tan \phi = h/H$  Форма лопаті характеризується контуром та відносною шириною. Аеродинамічне найбільш вигідні лопаті, що мають контур, близький до еліпса. Відносна ширина лопаті – це максимальна ширина, виражена у долях діаметра, її вибирають у межах  $0,08 - 0,10 D$ . Профіль лопаті визначається по довжині – чим ближче до ступиці, тим він ширший, а вгнутість його зменшується до кінця лопаті. Для виготовлення гвинтів застосовують шаблони. Політ моделі буде вдалим утому разі, якщо він відбувається з оптимальною швидкістю та кутом злету. Щоб забезпечити виконання цих умов підбирають гвинтомоторну групу певної потужності.

## 2.4. Організація проведення змагань з авіамоделювання

Для порівняння польотних характеристик та технічного удосконалення побудованих моделей по всіх класах моделей проводяться змагання.

Тренувальні та залікові запуски моделей не повинні бути небезпечними для учасників, сусідів та глядачів. Кордові моделі запускають на кордодромі з огорожувальною сіткою висотою не менше 3 метрів. Після запуску моделі на кордодромі можуть знаходитись моделіст, пілотуючий модель та його механік. При запуску вільно літаючих моделей повинна бути чітко накреслена лінія і старту. Моделі з металевими лопатями до змагань не допускають. Моделі, що підготовлені до змагань повинні відповідати технічним вимогам даного класу. На всіх об'ємних частинах моделі (фюзеляжі, крилі, стабілізаторі) повинні бути чітко розпізнавальні знаки – ініціали спортсмена та дві цифри (висота шифру не менше 10 мм) На моделях-копіях проставляють тільки знаки того типу літака; який копіюють. Особиста першість у кожному класі розігрується при наявності трьох і більше спортсменів. Переможці визначаються по кількості набраних очок або по показаній швидкості моделей.

### ПРАВИЛА ПРОВЕДЕННЯ ЗМАГАНЬ ВІЛЬНОЛІТАЮЧИХ МОДЕЛЕЙ.

При проведенні змагань вільнолітаючих моделей кожен учасник повинен виконати сім залікових польотів. У будь-якому з них можна використати тільки дві. Перший політ зараховують, якщо модель протримається у повітрі не менше 20 с., час роботи двигуна таймерної моделі 7с. Час другої спроби відлічують з моменту запуску до приземлення (не більше 3 хв. ). Спроба не зараховується у наступні», випадках; якщо модель запущена, але від неї відділилась чистіша, двигун танкерної моделі працював більше ніж 7с, учасник, буксуючи планер, віддалився далеко від суден, і вони не мають змоги спостерігати політ моделі. Спроба може бути повторена, якщо під час моторного злету модель

зіткнулась з іншою моделлю або відбулося . перехресування лєєрів. Якщо після зіткнення модель продовжує політ, то за проханням учасника політ може бути зарахований. Спортсмен, що приймає участь у змаганні може використати не більше трьох моделей Запуск всіх вільнолітаючих моделей (класу-1) проводиться з руки зі стартової лінії.

Кожен спортсмен зобов'язаний сам заводити, регулювати модель та запускати її.

## ПРАВИЛА ПРОВЕДЕННЯ ЗМАГАНЬ КОРДОВИХ ГОНОЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Змагання кордових швидкісних моделей проводяться на заліковій дистанції у 1 км, що відповідає 10 кругам при довжині корди 15,92 м. Перед стартом судді перевіряють корду, рукоятку та промивку бака стандартним паливом. Допускається тільки двокордове керування (діаметр кожної нитки корди 0,011– 0,4 мм), з'єднання ниток між точками виходу із крила моделі та точкою, що знаходиться на відстані 300 мм від ручки керування, не дозволяється. Контрольний замір довжини та діаметри корди проводять на кордодромі після виклику учасника на старт. Довжина корди вимірюється від вісі ручки керування до вісі гвинта (повітряного), діаметр – не менш ніж у трьох довільно вибраних місцях. Випробування на міцність проводять перед кожним виходом на старт та перед повторною спробою невдалого приземлення у першій спробі У обох випадках спортсмен може використовувати не більше двох моделей Учасник змагань має право на три залікових польоти по дві спроби у кожному. Друга спроба може слідувати за першою, або після польоту моделей трьох учасників. Якщо після (3 хв) робочого часу не почався заліковий політ, то це зараховують, як спробу. Хронометрування починається після того моменту, коли спортсмен поклав ручку па вилку та модель пройшла не менше двох повних кругів. Нормальна висота польоту не більше 3 м.

Заліковим часом рахується значення двох рівних результатів або середній час, підрахований по трьох результатах. Місця, зайняті учасниками, визначають за кращим результатом, показаному у одному з трьох польотів.

## 2.5. Класифікація суден та кораблів, їх основні устрої та розмірння

Основними критеріями класифікації суден є їх призначення, згідно якого розрізняють дві групи – цивільні судна та військові кораблі. Кораблями іноді називають також великі океанські пасажирські та вантажні судна

Цивільні судна поділяються на транспортні, допоміжні, спеціальні, спортивні, технічного призначення. Транспортні судна у свою чергу поділяються на цивільні та вантажні. До допоміжних суден відносяться криголамні, буксирні, рятівні, лоцманські та ін. Спеціальні судна можуть бути науково-дослідні, навчальні, пожежні. До суден технічного призначення відносяться землесоси, землечерпалки, вантажні баржі, доки, судна-укладальники кабелів та водолазних робіт. Спортивні судна – це невеликі судна для водяного туризму, прогулянок та змагань. Вони бувають моторні парусні та гребні.

Судна класифікуються і за іншими ознаками: по району плавання – морські, річні, змішаного плавання, по типу двигунів: – теплоходи, турбоходи, електроходи, атомоходи; по принципу утримання на поверхні води водовиміщувальні, аеродинамічні, гідродинамічні.

У сучасному військово-морському флоті кораблі класифікуються у залежності від фізичного середовища, у якому вони використовуються, надводні та підводні

По характеру завдань, які вирішується вони поділяються на групи: бойові кораблі призначені для ведення бойових дій, вони складають основу флоту: допоміжні служать для забезпечення сил флоту у морі; рейдові та базові кораблі та плавучі засоби призначені для забезпечення сил флоту та кораблів на рейдах та гаванях. Військові кораблі поділяються на класи: ракетні, торпедні, артилерійські, протичовнові, протимінні, десантні.

Розглянемо основні судові (корабельні) устрої. До них відносяться рульове, швартове, якірне, шлюпочне, буксирне, рятівне.

Рульовий устрій служить для утримання судна на курсі та його повороті на ходу. Цей устрій представляє собою пластину (перо руля), яке може повертатись навколо вертикальної вісі. При відхиленні руля від заданого положення на його поверхні витікають гідродинамічні сили, що зміщують судно з траєкторії руху. У залежності від розташування пера руля відносно вісі його обертання розрізняють прості, балансірні, напівбалансирні рулі. Від площі та форми рулів залежить маневреність та керованість судном. Поворот руля здійснюється за допомогою рульового приводу, який представляє собою механізм черв'ячної передачі та фіксує гвинтом.

Швартовий устрій призначений для швартовки судна (корабля) до причалу та стінки гавані з метою завантаження або висадки людей, матеріалів. У швартовий устрій входить штиль, в'юшки, кнехти, кіпові планки, швартові троси. Штиль служить для вибірки швартових поданих на берег, а та для підтягування корабля до стінки гавані. Швартові подаються на берег через швартовий шлюз і врізаний у борт на рівні верхньої палуби. На судні як правило, два штиля та відповідно два шлюзи та два швартових троса. Для укладання швартових тросів їх віддачі їх підтягування служать в'юшки. Швартові троси, що подаються з корабля на берег, закріплюють за кнехти, їх кількість на різних кораблях різна. Перед тим як закріпити швартовий трос за кнехти його пропускають через кіпові планки. У залежності від типу судна корабля використовують швартові троси з лінки, кокосових пальм або сталеві.

Якірний устрій складається з якоря, якірної лебідки, брашпіля або шпіля. Для підйому та спуску якорів, якірного ланцюга на місці ключів, труб з закраїнами для пропускання якірного ланцюга, ланцюжного ящика та відрізка ланцюга з одним гаком для закріплення кінця ланцюга до корпусу судна. За конструкцією якоря бувають з і нерухомими лапами та зі штоком адміралтейського типу та зі штоком і з лапами, що обертаються без штоку, якір Холла, Матросова.

Найбільше застосування знаходить якір Холла та Матросова. Якірний ланцюг складається з багатьох ланок, які виготовлені з

металевого прутка, діаметр якого залежить від розмірів та маси якоря. З ланцюгів складають змички довжиною біля 20 метрів кожна, а змички з'єднують у єдиний ланцюг довжиною біля 200 метрів спеціальними скобами. Брашпіль (ручний паровий або електричний) у відмінності від шпілю має горизонтальний вал. Якірні клюзи підсилюють борт у місці роботи якірних ланцюгів га якоря, запобігають ушкодженням борта та служать направляючими при підйомі та віддачі якоря Для роботи по вийманню та віддачі якорів їх ремонту служить скоб трап.

Шлюпочний устрій служить для забезпечення зв'язку з берегом або іншими суднами на стоянці на рейді. В нього входять шлюпка блоки, шлюпбалки, ростри. Корабельні шлюпки поділяють на баркаси, напівбаркаси, катера, вельботи, яли та ін. Шлюпки встановлюються на кіль блоки – дві дерев'яні підставки, вирізані по формі днища шлюпки. Для спуску шлюпок на воду та їх підйому служать шлюпбалки, що являють собою сталеві прямі або вигнуті балки з таями місця, де встановлюють шлюпки називають рострами.

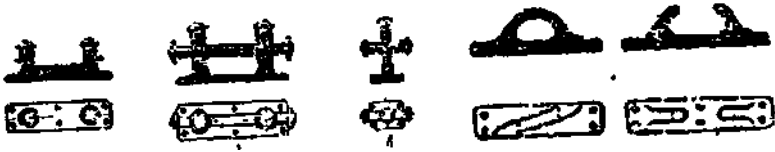
Буксирний устрій складається з буксирного гака, закріпленого на шарнірах, який пересувається на буксирній дузі, буксирних арок та серги Буксирний гак забезпечує дистанційну віддачу троса.

Рятівний устрій включає в себе рятівні засоби та пристрої для їх закріплення на судні та спуску на воду. Вони бувають колективного користування (шлюпки, плоти, рятівні столи) та індивідуального (рятівні кола, жилети)

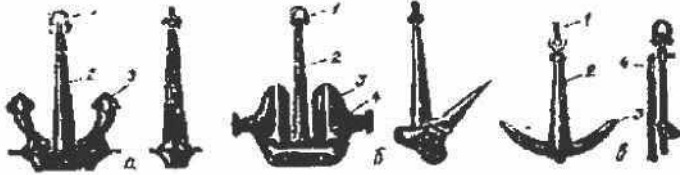
## МОДЕЛІ КОРАБЛІВ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

При побудові моделей та на змаганнях керуються єдиною класифікацією моделей кораблів та суден. У цій класифікації для кожної групи моделі наводяться технічні вимоги до типу двигуна, швидкості моделі, дальності плавання. Класом моделі називається умовне об'єднання типів моделі Воно складено за принципами класифікації кораблів військово-морського флоту, суден морського та річного флоту. Вимоги до моделей, які необхідно урахувати при їх побудові, наведені у «Правилах змагань з судномодельного спорту».

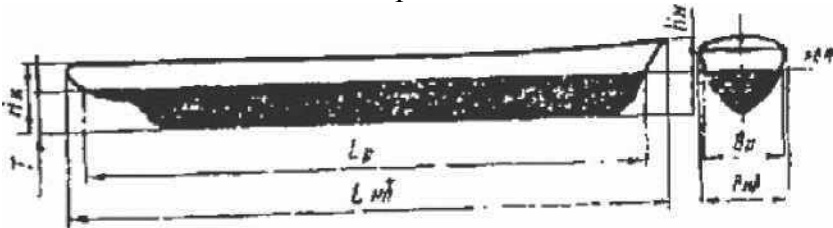




Мал. 2.12. Швартовий устрій: а – кіпові планки, б – вюшки.



Мал.2.13. Якірний устрій: а – нерухомими лапами, б – Холла, в – Матросова.



Мал. 2.16. Головні розміри судна.

Під головними розмірами судна та моделі розуміють довжину  $L$  ширину  $B$ , висоту борта  $H$ , осадку  $T$ . При цьому розрізняють довжину та ширину розрахункове:  $L_p$ .  $B_p$  та найбільше  $L_p$ .  $L_{нб}$ . Розрахункову ширину та довжину для військового кораблів назначають на рівні конструктивної ватерлінії: (КВЛ). Для цивільних суден використовують конструктивну ватерлінію і групову ватерлінію (ГВЛ), від якої занурюється судно до його повного завантаження.

Висотою борта ( $H$ ) називається відстань від нижньої точки кіля до верхньої водонепроникливої палуби. Осадка ( $T$ ) – це величина занурювання підводної частини корпусу судна, – виміряна від площини; вантажної або конструктивної ватерлінії до самої нижньої точки кіля.

Для кожного типу суден, кораблів, співвідношення  $L/V$ .  $V/T$  та  $H/T$  визначається по довідниках Цих співвідношень слід дотримуватись при побудові (кораблів) моделей. У іншому випадку модель може бути не допущена до змагань. При проектуванні моделі корабля або судна за прототипом, головні розміри якого відомі, можна вирахувати розміри моделі та інші параметри. На основі принципу механічної тотожності, встановлено, що всі лінійні розміри моделі по відношенню до прототипу повинні бути зменшені у масштабне число разів 1. За таким принципом підраховують і розміри надбудов, мачти та інші деталі. Швидкість моделі визначається за формулою,  $V_m = 0,514 V_{mc} / \lambda^{1/2}$  де  $v_c$  — швидкість корабля, (вузлів),  $\lambda$  масштабне число.

Згідно принципу механічної тотожності, частота обертання гребного гвинта моделі визначається таким чином,

$n = n_m \lambda^{1/2}$  де  $n$  - частота обертання гребного гвинта судна прототипу. Для визначення потужності двигуна моделі використовують формулу,  $N_m = N_c / \lambda^3$ , де  $N_c$  - потужність (двигуна) судна прототипу ( $N$ ).

При перерахунку площин (площі паруса)  $m^2$  з прототипу на модель використовується таке співвідношення,  $S_m = S_c / \lambda^2$ , де  $S_c$  - площа конкретної деталі судна прототипу ( $m^2$ ).

Відомо, що сила тяжіння судна плаваючого на поверхні води дорівнює вазі води, що витискується підводною частиною судна. У судомодельованні сили ваги судна визначаються буквою  $D$  та називаються водотонажністю. Для визначення вагової водотонажності об'єм витиснутої судном води рівної об'єму зануреної частини судна, позначають буквою  $V$  та називають об'ємною водотонажністю. Вагова водотонажність визначається за формулою:  $D = \rho V$ , де  $\rho$  - питома вага води,  $N/m^3$ ;  $V$  - об'єм підводної частини судна,  $m^3$ . Вираз  $D = \rho V$  називається рівнянням плавучості та є основним і для суднобудування. Для визначення вагового водотонажу необхідно обчислити об'ємну водотонажність. Корпусу суден мають обмежену форму лінійної поверхні. Тому об'єм підводної частини для кожної групи суден визначається, як частина об'єму паралелепіпеда описаного

навколо підводної частини корпусу, або як кажуть, має свій коефіцієнт повноти водотонажу  $P_p$ ; Де  $V$  – об'ємна водотонажність;  $L, B, T$  – відповідно найбільша довжина, ширина та осадка підводної частини корпусу. Коефіцієнт дається у довідниках до різних суден та кораблів. Слід зазначити, чим швидкісне судно, тим менший коефіцієнт, наприклад, у есмінців він дорівнює 0,40 – 0,54, а у самохідних барж 0,85 – 0,90. Вагова водотонажність моделі визначається з наступного співвідношення:  $O_t = O_c / \lambda^3$  де  $O_c$  – вагова водотонажність судна прототипу. Щоб вірно побудувати модель необхідно знати її морехідні якості, до яких відносяться: плавучість та запас плавучості, непотопляємість, ходкість, маневреність, стійкість на курсі та керованість. Плавучість – головна морехідна якість моделі – не її здатність плавати на воді. Мірою плавучості є водотонажність, яку моделіст повинен розрахувати зразу при розробці теоретичного креслення. Під запасом плавучості розуміють об'єм надводної частини корпусу моделі від конструктивної вантажної ватерлінії від верхньої водо непроникливої палуби. Запас плавучості забезпечується виготовленням водонепроникливого корпусу з поперечними або поздовжніми непроникливими перегонками. Для непотопляємості відсіки іноді заповнюють пінопластом.

Стойкість – це здатність моделі вертатись у положення на рівнин киль після зникнення сил, що створюють крен. Під плаванням судна у положенні судна на рівнин киль розуміють вертикальне його положення без крену на борт або деференту (нахилу на ніс або корму). Пояснимо це поняття згідно закону Архімеда на тіло занурене у рідину діє виштовхуюча сила, рівна вазі витісненої води. Цю виштовхуючу силу, що діє на модель, називають силою підтримки або силою плавучості  $P$ . Вона прикладена в центрі тяжіння об'єму витиснутого судном води та направленою вертикально вгору. Точка прикладення цієї сили називається центром величини. Для рівноваги моделі, що стоїть на воді, необхідно, щоб центр тяжіння моделі  $ЦТ$  та і центр величини  $ЦВ$  були на одній загальній прямій. Якщо судно під впливом загальних сил почало кренити, то порушена необхідна

мореходна рівновага. У цьому випадку створюється кренячий момент Мкр. Однак з появою крену об'єм підводної частини змінюється та положення точки ЦВ. Вона завжди зміщується у сторону нахилоного борту. Щоб рівновага моделі була стійка, точки ЦГ та ЦВ повинні розташовуватись так, щоб виникав відновлюючий момент. Це виконується тільки при відносно малих кутах крену, та при досить низькому центрі тяжіння. Якщо центр тяжіння розташовується досить високо, то виникає перекидаючий момент – М. Моделісту необхідно мати на увазі: при виготовленні моделі вантаж та баласт треба розташувати так, щоб центр тяжіння був якомога нижче.

Ходкість – здатність моделі розвивати певну швидкість при заздалегідь розрахованій потужності двигунів. Швидкість руху моделі залежить від опору води, роботи двигунів, потужності їх та інше. Для зменшення витрати енергії, та збільшення швидкості, поверхню корпусу моделі слід ретельно обробляти, а сам корпус бути обтічний. Маневреність – це здатність моделі змінювати курс свого руху за допомогою руля або спец. пристроїв. Маневреність тим краща, чим менше її довжина та більша ширина, менша осадка та більша площа і пера руля.

Стійкість на курсі – здатність моделі зберігати напрям свого руху. Стійкість на курсі буде тим краща, чим довша та вужча модель і глибша її осадка, більша площа пера руля.

## **2.6. Змагання моделей суден та кораблів**

Змагання, проводять у відповідності з «Правилами змагань по судомодельному спорту», в яких ретельно викладені вимоги до моделей, описане місце проведення змагань, суддівство, оцінювання результатів та інше. Моделі класів А, В, Д, Є, Ф, приймають участь у змаганнях, а класу Ц – тільки у конкурсах.

Місце старту для запуску самохідних, швидкісних, радіокерованих моделей та моделей підводних човнів обладнується на акваторії, що не має течії та захищена від вітру. Запуск моделей яхт проводиться на відкритій воді при доброму вітру. Акваторія обладнується для одночасного запуску трьох та

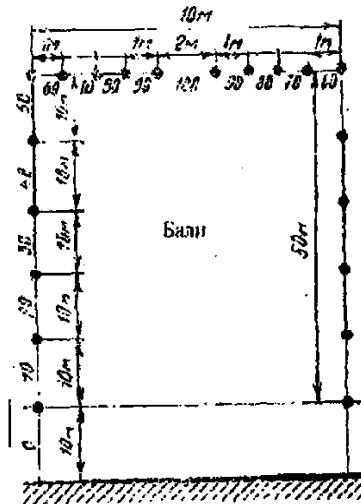
більше класів. Акваторії для кожного класу відмінні. Наприклад, ходові змагання моделей надводних кораблів та суден, а також моделей підводних човнів в проводяться на акваторії, форми та розміри якої обумовлюються у «Правилах змагань по судомодельному спорту».

Акваторії обмежуються буйками, для встановлення яких використовуються свинцеві або сталеві ваги. Запуск моделей відбувається з стартових містків.

Моделі самохідних суден та кораблів, підводних човнів, радіокеровані моделі до початку ходових змагань проходять стендові змагання. При стендовій оцінці ураховують загальне враження від моделі, складність виготовлення моделі та окремих деталей, відповідність масштабу, повноту відтворення форми, якість оздоблення та інші показники.

На ходових змаганнях моделей надводних кораблів та суден бали виставляються за стійкість па курсі та масштабність швидкості. Крім того, для отримання найвищого результату модель повинна фінішувати у центральні ворота.

Врахування балів у ходових змаганнях різних моделей відбувається за спеціальними таблицями.



Мал.2.17. Акваторія для змагання моделей суден.

## 2.7. Історія ракетомоделізму та правила проведення змагань з ракето моделювання

Спортивний ракетомоделізм.

Перші ракети з'явилися в Китаї, незабаром після винаходу пороху. Вони служили для феєрверків. Багато пізніше ракету стали застосувати у наукових цілях. Це Були звичайні стріли із прикріпленими до них паперовими гільзами, заповненими димним порохом. Стрілу запускали з лука, а порох підпалювали шнуром. Сніп полум'я, що вилітав з ракети, лякав супротивника, а реактивна сила збільшувала дальність польоту стріли.

Поява в Європі першої ракети «літаючий вогонь» відбувається до 1250 р. Наукового пояснення причин польоту ракет у ті часи не було. Тільки після того, як в 1687р. Ньютоном був сформульований третій закон механіки, став зрозумілий принцип.

Перше згадування про російські бойові ракети відбувається між 1607-1621р. В 1680р. Було засноване перший «Ракетний заклад», що займався виробництвом ракет. Створена ним ракета перебувала на озброєнні російської армії більше 150 років. Великий внесок у розвиток вітчизняної ракетної техніки вніс російський артилерист А.Д.Засядько 1779р. Завдяки його працям Були створені й прийняті на озброєння ракети з дальністю польоту до 8 км.

Російський учений в галузі артилерії, ракетної техніки, приладобудування генерал К. І Константинов (1817-1871) розробив основи балістики ракет і вніс багато вдосконалень у конструкцію й технологію виготовлення порохових ракет.

Не зважаючи на успіхи в галузі застосування бойових ракет, у середині 19 сторіччя ракета втрачає своє значення. Після винаходу нарізної зброї артилерія отримує високу точність.

В 19 сторіччі – пропонували використовувати ракету в якості двигуна літального апарата. Найбільш близько підійшов до ідеї використання ракетного двигуна для космічного польоту молодий революціонер-народник, винахідник Н. І. Кибальчич

(1853-1881). Перебуваючи у висланні за участь у замаху на царя, він в 1881р. розробив «Проект повітроплавального приладу» Це був апарат, що працює за принципом ракети.

У перше теорія польоту ракет у космос одержала наукове обґрунтування в класичних працях К. З. Ціолковського(1857-1935).

Один з них – «Дослідження світових просторів реактивними приладами». У ньому в перше у світі Були висловлені багато ідей, які до тепер використовує космонавтика.

Досвід в галузі ракетної техніки використав вчений і винахідник Ф. А. Цандер (1887-1933). В 1931р. При Центральній раді ОСАВИАХИМа була організована група вивчення реактивного руху – ГВРР. У її створенні брав участь І. П. Корольов (1906-1966), що став найвидатнішим конструктором ракетно-космічних систем. У 17 серпня 1933р. зробила політ перша радянська рідинна ракета «09» конструкції професора М. К. Тихонравова (1900-1974). Двигун ракети працював на рідкому кисні й желеподібному бензині, розвиваючи силу тяги в 0,5 кН.

У після воєнні роки в СРСР освоєні різні ракети й проведені великі дослідження космічного простору. А 4 жовтня 1957р. запуском першого штучного супутника Землі був початий штурм космосу.

12 квітня 1961р. У перше в історії людства громадянин СРСР Юрій Олексійович Гагарін проникнув у космічний простір. Космічний корабель «Восток» був виведений на орбіту потужною ракетою-носієм.

В останні два десятиліття освоєння космосу досягло широкий розмах . Радянськими конструкторами створені для цієї мети нові потужні ракети.

Перші міжнародні змагання ракето – моделістів під егідою ФАИ були організовані в м. Дубниця над Вагом (ЧССР) 28-29 травня 1966 р. На старт вийшли 48 спортсменів із ГДР, Польщі, Болгарії, Угорщини, США й Чехословаччині. Після цих змагань міжнародні зустрічі «ракетників» стали щорічними. У тому ж році ракето – модельна підкомісія ФАИ розробила спортивний кодекс по ракето – космічному моделізму, що був кардинально змінений

тільки в 1975 р. І чемпіонат світу з моделей ракет відбувся на початку вересня 1972 р. у м. Вршац (Югославія). У змаганнях крім хазяїв взяли участь команди: Болгарії, Великобританії, Польщі, Румунії, США, Єгипту й Чехословаччині.

У трьох категоріях розігрувалася особистокомандна першість. У класі моделей ракет на тривалість польоту з парашутом чемпіоном став И. Раду (Румунія) з результатом 6 хв. 55 з (415 очка). Наступні місця зайняли його співвітчизниця Е. Балло (411 очка) і американець Е. Стейн (295 очка). У категорії ракетопланів переміг М. Орфи (Єгипет) згодом 2 хв 45 з (165 очка). На другому й третім місцях – П. Фрибрей (Великобританія) і З. Милицич (Югославія). Чемпіоном світу з моделей-копій на реалізм польоту став О. Шаффек (ЧССР) – 2945 очка з 3000 можливих, що виступав з мініатюрним «В». На наступних місцях – К. Урбан (ЧССР) і Г. Кун (США). У шести категоріях змагалися учасники ІІ чемпіонату світу, що проходив у Дубниці над Вагом (ЧССР) в 1974 р. Ракето -моделісти дев'яти країн вели суперечку за медалі.

Переможцем по моделях з парашутом став З. Францкевич (Польща) з результатом 375 з, а призерами – болгарин Н. Николов (375 с) і румун В. Константінеску (322 с). Серед конструкторів ракетопланів першим був С. Мокран (ЧССР) – 281 з, другим – його товариш по команді И. Таборський (264 с), третім – югослав К. Качавенда (222 с). У класі моделей на висоту польоту з вантажем ФАИ (1 унція – 28,3 г) кращий результат був в А. Клейна (ЧССР) – 516 м. Усього 1 метр програв йому З. Майжак (Польща), результат третього призера С. Мокрана – 514 м. Чемпіоном миру по висотних моделях став И. Таборський – 570 м.

Найбільшої висоти – 685 м – досягла копія П. Фрибрея (Великобританія), що у підсумку за копіювання і за якість польоту набрала найбільшу суму очок і завоював звання переможця. З моделей-копій на реалізм польоту чемпіоном світу другий раз підряд став О. Шаффек (ЧССР) – 949 очка з 1000 можливих. На другому й третім місцях виявилися його товариші по команді К. Дивиш і П. Горачек. З 1973 р. регулярно, раз у два роки, проводяться чемпіонати Європи помоделях ракет, а також Кубок



Європи й інші міжнародні змагання. Позитивним фактором, що додав ракетному моделізму більше елементів спорту, стало введення в 1975 р. нового кодексу ФАИ. По цьому кодексі всі моделі ракет розділені на сім категорій з розбивкою кожної на класи залежно від сумарного імпульсу двигунів і стартової маси:

S1 – на висоту польоту;

S2 – на висоту польоту з вантажем ФАИ;

S3 – на тривалість польоту з парашутом;

S4 – моделі ракетопланів;

S5 – моделі-копії на висоту польоту;

S6 – на тривалість польоту зі стрічкою (зі стрімером);

S7 – моделі-копії на реалізм польоту.

**Проведення змагань.** З моделями одноступінчастих ракет можна проводити змагання на висоту й час польоту. Найбільш простий і доступний вид змагань у шкільних гуртках і дитячих таборах – змагання на час польоту («парашутування»); його ціль – домогтися найбільшої тривалості польоту моделі ракети.

Дуже цікаві для глядачів змагання «спуск на стрічці». За правилами змагань, прийнятими в Україні, мінімальне відношення довжини стрічки до її ширини 10:1. Весь політ відбувається на очах в учасників і глядачів. Переможця можна визначати по одному запуску, а також по сумі результатів у декількох турах. Змагання «спуск на парашуті» проводять в 5 турів з обмеженням часу фіксації.

Переможцем вважається учасник, що набрав найбільше число очок (1 секунда відповідає 1 очку). Час фіксується від початку руху моделі ракети на пусковій установці до моменту торкання нею землі або того моменту, коли модель зникне з виду. Якщо під час польоту обривається головний обтікач або корпус, політ не зараховують. Політ, що вважається не виконаним і оцінюється в нуль очок, якщо в моделі не розкрився парашут.

Для проведення змагань, бажано вибрати площадку в даліні від житлових приміщень, ліній електропередач і дерев.

## 2.8. Проектування та виготовлення одноступінчастої моделі ракети

На вивчення цієї теми рекомендується відвести 14 -8 годин занять.

Теоретичний матеріал про основи польоту й найпростішу методику розрахунку моделей ракет варто викласти в доступній формі.

У процесі практичної роботи кожен гуртківець повинен побудувати модель одноступінчастої ракети під стандартні двигуни. Керівник пропонує учням креслення простої, що вже літала моделі. Деякі гуртківці можуть виготовити таку ж, інші внесуть зміни. Можна порадити зробити ескіз майбутньої моделі. Підготовленим гуртківцям, що затрачають на будівництво цієї моделі менше відведеного часу, можна запропонувати виконати модель двоступінчастої ракети. А модель-копію першої рідинної ракети «09» рекомендуємо виготовити для досвідчених гуртківців.

Тому, що моделі ракет постачаються ракетними двигунами, керівник повинен звернути особливу увагу гуртківців на дотримання правил безпеки при роботі з ними. Теоретичні частини занять радимо починати із історичного вступу.

Ракета – носій, апарат важче повітря, політ якого заснований на реактивному принципі.

Ракети розрізняють по наступних ознаках:

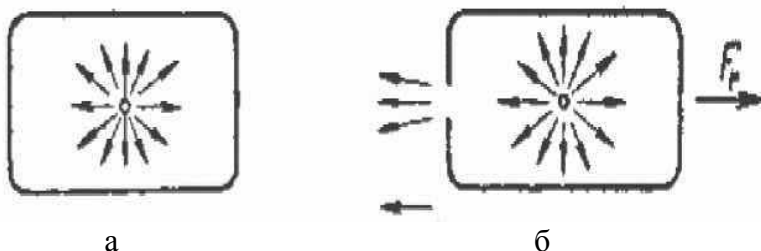
- наявності несучих площин – крилаті й безкрилі;
- по способу керування – не керовані й керовані;
- за принципом вільного польоту – аеродинамічні, балістичні, космічні;
- за призначенням: – бойові, сигнальні, метеорологічні, геофізичні й ін.;
- за числом ступенів – одно – і багатоступінчасті.

Ракета звичайно складається з корпусу, оперення, органів керування, двигуна, паливної системи й устаткування. Піднімальна сила ракети створюється силою тяги ракетного

двигуна (тільки в крила тих ракет піднімальна сила створюється при польоті в атмосфері несучими поверхнями-крилами).

Залежно від уживаного палива розрізняють ракетні двигуни: рідинні (ЖРД) працюючі на принципі надходження в камеру згоряння палива, що перебуває у рідкому стані, і на твердому паливі (РДТТ), у яких компоненти палива до початку хімічної реакції перебувають у твердому стані. УЖРД і РДТТ енергія палива послідовно перетворюється спочатку у внутрішню, потім у механічну енергію газоподібних продуктів згоряння, що випливають із сопла двигуна. Конструкція двигунів ЖРД і РДТТ однакова.

Розглянемо, як створюється сила тяги ракетного двигуна. Якщо помістити в закриту з усіх боків посудину деяку кількість порошу й підпалити його (мал.1.17, а), то при згорянні порошу утвориться газ, що прагне розширитися й зайняти більший обсяг, чим він займав до запалення. Якщо ж у стінці посудини зробити отвір (мал.1.17, б), через нього з великою швидкістю почнуть виходити порохові гази; сила, що діє на цю стінку, зменшиться, тому, що її площа стала менше площі протилежної стінки: з'явиться різниця сил, що й являє собою силу тяги



Мал.2.18. Горіння порошу в посудинах -**а**- з газоутворенням в закритій, -**б**- у-відкритому з утворенням сили тяги.

Сила тяги ракетного двигуна виникає в наслідок викидання з нього маси газоподібних продуктів згоряння, тобто є реактивною силою  $P_g$ . Дія її можна зрівняти з дією сили віддачі.

Величина реактивної сили залежить не тільки від кількості, Але й від швидкості газів, що викидаються.

У ракетному двигуні використовують тільки двигуни твердого

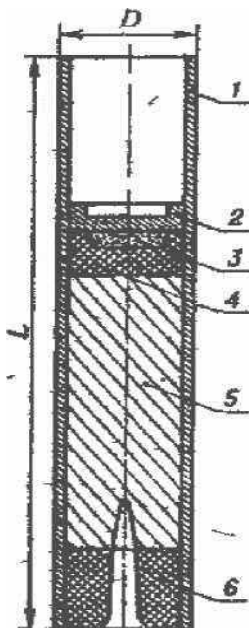
палива. Найпростіший і найдоступніший пороховий ракетний двигун в Україні розроблено 15 типів модельних ракетних двигунів (МРД) з імпульсом від 2,5 до 20 Н/с

### Характеристики модельних ракетних двигунів. Таблиця 1.3.

№ п/п	Маркування двигуна	Зовнішній діаметр мм	Довжина, мм	Маса двигуна, г	Маса палива, г	Сумарний імпульс тяги, Н/с	Максимальна тяга, Н	Середня тяга, Н	Час горіння пального,	Час горіння замідлювача, с
1	МРД 2,5-3-0	13	55	6,5– 7	25	2,5	9	3	0,85	0
2	МРД 2,5-3-3	13	55	6,5– 7	2,5	2,5	9	3	0,85	3
3	МРД 23-3-6	13	55	6,5– 7	2,5	2,5	9	3	0,85	6
4	МРД 5-3-0	13	55	9,5–10	5	5	9	3	1,7	0
5	МРД 5-3-3	13	55	9,5–10	5	5	9	3	1,7	3
6	МРД 5-3-6	13	55	9,5–10	5	5	9	3	1,7	6
7	МРД 5-8-0	18,6	70	17 – 19	5	5	20	8	0,6	0
8	МРД 5-8-4	18,6	70	17–19	5	5	20	8	0,6	4
9	МРД 10-8-0	18,6	70	23–25	12	10	20	8	1,2	0
10	МРД 10-8-4	18,6	70	23–25	12	10	20	8	1,2	4
11	МРД 10-8-7	18,6	70	23–25	12	10	20	8	1,2	7
12	МРД 10-10-0	28,2	70	25-27	12	10	40	10	1,0	0
13	МРД 10- 10-4	20,25	70	25–27	12	10	40	10	1,0	7
14	МРД 10- 10-	20,25	70	25–27	12	10	40	10	1,0	2,0
15	МРД 20-100	20,25	85	37-40	25	20	40	10	1,0	

Модельні ракетні двигуни призначені для створення рушійної сили й розкриття системи порятунку моделей ракет.

МРД складається з міцного паперового корпусу, у який запресовані сопло, заряд твердого палива, сповільнювач і викидний заряд.



Мал.2.19. Розріз модельного ракетного двигуна:

1-корпус оболонка, 2-пиж, 3-викидний заряд, 4- сповільнювач, 5-паливо, 6-сопло,  $D$  – зовнішній діаметр,  $L$  – довжина, мм заряд.

Тяга МРД створюється в результаті витікання через сопло продуктів згоряння палива; після загоряння сповільнювача утвориться димовий слід для зручності спостереження за польотом моделі. Після згоряння сповільнювача запалюється викидний заряд, що приводить до спрацьовування системи порятунку моделі.

Запуск МРД повинен бути дистанційним, з відстані не менш 10м від стартового пристрою. Для запалення МРД краще завжди застосовувати запал з ніхромового дроту діаметром 0,2-0,3мм, на яку нанесений піротехнічний склад і з клею й пороху, який нагрівається, електричним струмом, піротехнічний склад запалюється, й запалює заряд твердого палива двигуна.

За маркуванням корпусу можна довідатися про характеристику МРД-20-сумарний імпульс тяги 20Н/с, середня тяга 10 Н, час горіння сповільнювача 7 с, МРД-2,5 сумарний імпульс тяги 2,5Н/с

3–середня тягаЗН; сповільнювача немає. Щоб уникнути відстрілу двигуна в момент спрацьовування викидного заряду його варто надійно закріплювати в моделі (для цього можна використати фіксатор, щільну посадку із клеєм «Момент»).

Перед установкою МРД у модель необхідно провести візуальний огляд двигуна. Іноді на зовнішній частині уздовж корпусу видні три не великі складочки від матриці при запресуванні палива – згини. Якщо згини мають ширину 1-1,5 мм, двигун для відповідальних стартів краще не застосовувати, тому, що по згинам може відбутися розрив корпусу. Можуть бути й поперечні складки на корпусі, в основному в районі сопла. Такий двигун теж краще відкласти для тренувальних запусків. Крім того, потрібно перевірити наявність викидного заряду: зверху гострим предметом (тонким пінцетом, голкою) підняти паперовий пиж й, переконавшись в наявності порошу, установити його на колишнє місце.

Запобіжні заходи при запуску.

Для запуску МРД варто застосовувати тільки запал, причому, вставляючи в канал сопла, його треба закріплювати, але в жодному разі не забивати в сопло. У противному випадку вибух двигуна неминучий.

Запуск МРД роблять тільки разом з моделлю або на стенді; у випадку відмови запалювання підходити до моделі (МРД) можна не раніше чим через 1 хв.

Моделі ракет запускають тільки з пускового пристрою, оснащеного напрямним штирем (стрижнем) або іншими напрямними довжиною не мельне 1м припустиме відхилення стрижня від вертикалі не більше 30°. Для запобігання травм очей, верхній кінець стрижня повинен перебувати не нижче 1,5 м від землі.

Площадка для запуску моделей ракет у радіусі 1м від пускового пристрою повинна бути очищена від сухої трави й інших легких – займистих матеріалів.

Одна з умов польоту моделі ракети за заданою траєкторією – її стійкість, тобто здатність повертатися в положення рівноваги, порушене зовнішньою силою, після припинення дії останньої.

Аеродинамічна стійкість залежить від взаємного розташування центра ваги (ЦВ) і центра тиску (ЦТ), Центр тиску – центр сумарних всіх аеродинамічних сил. Якщо ЦВ розташований за ЦТ, аеродинамічні сили створюють момент, що збільшує кут атаки. Така модель буде не стійкою в польоті. Якщо ЦВ розташований спереду ЦТ, при зміні кута атаки аеродинамічні сили створюють момент, що повертає модель ракети до нульового кута атаки. Така модель буде стійкою. Чим далі зміщений ЦТ відносно ЦВ, тим стійкіша ракета.

Відношення відстані від ЦТ до ЦВ до довжини ракети називається запасом стійкості. Для ракет зі стабілізаторами він становить 5-15%.

Оскільки формули для визначення ЦВ складні, можна запропонувати наближений практичний спосіб його знаходження. З листового матеріалу (картону, фанери, целулоїду) вирізують фігуру по контуру моделі ракети й знаходять її ЦВ. Це й буде шуканий ЦВ моделі.

У польоті в міру вигорання палива положення ЦВ може мінятися, але в кожному разі ЦВ повинен залишатися спереду ЦТ. Якщо паливо (двигун) розміщується у хвостовій частині моделі, то при вигоранні його ЦТ буде зміщатися до носової частини ракети тому стійкість збільшується. Крайні положення ЦТ визначають балансуванням моделі, готової до старту, і моделі після вигорання палива.

Стійкість моделі можна забезпечити: поважчанням її носового обтікача; зсувом ЦТ до хвостової частини, збільшуючи площу та змінюючи розташування стабілізаторів.

Для стабілізаторів використовують тонкі симетричні профілі. Застосування тонкої пластини спрощує виготовлення моделі, практично не впливаючи на її аеродинамічні якості.

Корпус моделі ракети являє собою тіло обертання. конус, що розширюється, хвостової частини (найкраща форма) забезпечує найбільшу стійкість моделі.

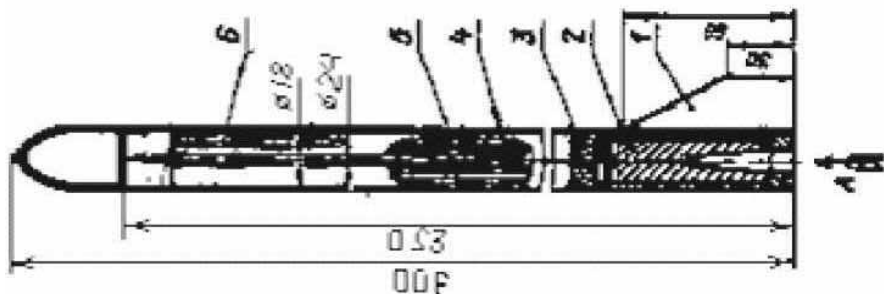
При виборі довжини корпусу подовження  $l$  варто брати в межах 10-25;  $\lambda = L_k/d$ ;  $L_k$  довжина корпусу,  $d$  – діаметр корпусу. Найбільш підходящий матеріал для корпусів моделей папір

наприклад, малювальний, на пів ватман, ватман). Склеюють паперові корпуси на оправках столярним або казеїновим клеєм. Папір може бути намотаний в 2-3 шари у залежності від товщини. Діаметр МРД може бути різний. Якщо будувати модель із двигуном діаметром 20 мм, діаметр корпусу повинен бути більше цього розміру. При  $\lambda = 20$  мм. довжину корпусу робимо рівною 400 мм. Це й буде довжиною паперової заготовки для корпусу. А ширину заготовки можна визначити по формулі довжини окружності  $C = \Pi d$ , де  $d$  діаметр оправки. Якщо корпус роблять із двох шарів паперу, то ширина заготовки буде  $I_0 = 2C = 2\Pi d$ ; якщо із трьох, то  $I_0 = 3\Pi d$ . До отриманого розміру варто додати 10-15 мм. на припуск для шва. Можна визначити ширину заготовки для корпусу, обмотавши два рази оправку смужкою паперу й додавши 10-15 мм. на шов.

Заготовку розташовують так, що її довжина була спрямована уздовж волокон паперу. Особливо міцні корпуси виготовляють зі склопластику. Основний матеріал для стабілізаторів – авіаційна фанера товщиною 1-2 мм. застосовують також липу й бальсу.

Парашут для одноступінчастої моделі виконують із паперу, шовку, капрону, металізованої плівки.

Найбільше важко виготовити корпус. Тому спочатку краще навчити хлопців клеїти трубочки для напрямних кілець. Оправкою може служити круглий олівець. Просушені трубочки розрізають ножом на кільця шириною 5-8 мм.



Мал.2.20. Модель одноступінчастої ракети.



Корпус складається із двох шарів креслярського паперу; склеєний столярним клеєм на оправці діаметром 19 мм. Напрявні кільця – із чотирьох шарів креслярського паперу, оправкою для їхнього склеювання може служити олівець діаметром 6 мм.

Три стабілізатори виготовлені з фанери товщиною 1 мм і приєднані в стик до нижньої частини корпусу нітро клеєм.

Головний обтікач виточений на токарному верстаті з березової деревини.

Кріплять його до верхньої частини корпусу за допомогою гумового амортизатора.

Купол парашуту діаметром 500 мм. виготовляють із мікалентного паперу; 18 стропів з ниток №10 кріплять до головного обтічника.

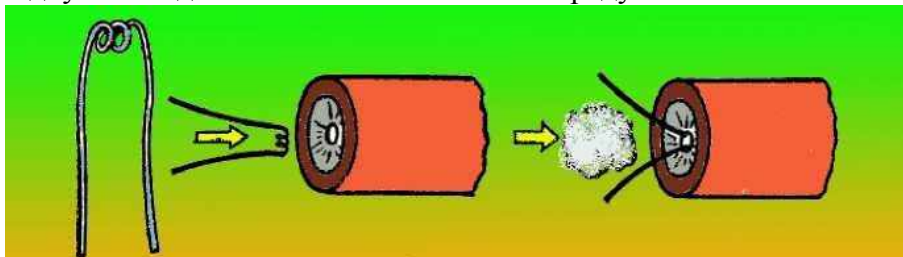
Зібрану модель покривають нітролаком (змалітом) і офарблюють у чорний і жовтий кольори (смугами). Маса моделі без двигуна 25 гр.

## **2.9. Пристрої для запуску моделей ракет**

Найбезпечніше запалення паливного заряду двигуна модельної ракети забезпечується електричною дистанційною системою запалення, оскільки пульт запуску в цьому випадку може знаходитися в 5–20 м від місця старту. Використання при цьому запального шнура (стопіна) скрутно і не завжди безпечно, тоді як правильно спроектований і виготовлений електричний запальник діє надійно і забезпечує безпеку як спортсменів, так і глядачів.

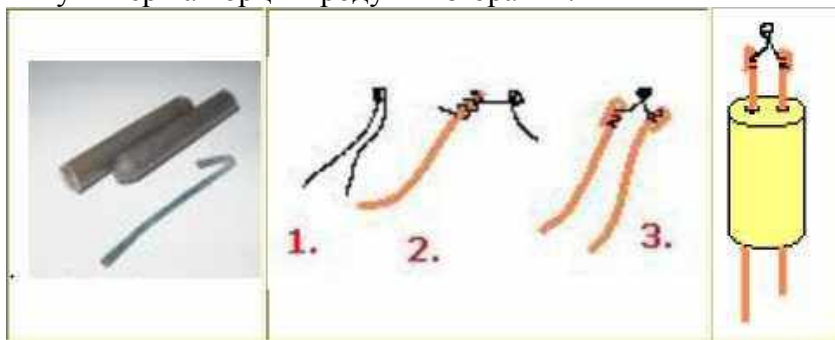
Запальником палива в ракето-модельному двигуні зазвичай служить спіраль з тонкого реостатного (хромонікельового) дроту, який під'єднується до контуру джерела струму низької напруги. Джерело струму забезпечує нагрів дротяного опору. У зв'язку з цим для використання вибирається якомога тонший дріт (діаметром 0,2–0,3 мм). Довжина її підбирається такої, щоб при протіканні струму дріт нагрівався до червоного кольору, але не плавився. Наприклад, з дроту завдовжки близько 75 мм можна зробити запальник. У середній

частині дроту робиться спіраль з Трьох або чотирьох витків діаметром  $\sim 1,5$  мм. Її можна намотати на голці, спиці або стрижні кулькової авторучки. Така спіраль дозволяє збільшити накаливальну поверхню запальника. Розмір спіралі залежить, очевидно, від діаметру сопла даного двигуна. Слід зазначити, що більшість ракето-модельних двигунів промислового виготовлення, зокрема польських, забезпечуються комплектом запалювачів. Виготовлений електричний запальник вводиться через горловину сопла в двигун так, щоб спіраль добре стикалася з поверхнею палива, оскільки тільки в цьому випадку може відбутися надійне займання паливного заряду.



Мал.2.21. Запальник ракетомодельних двигунів промислового виготовлення: а – запальник; б – введення запальника в сопло і фіксація запальника в соплі за допомогою вати.

Для того, щоб краще зафіксувати запальник в двигуні, в сопло можна додатково вкласти невеликий тампон вати. Проте він не повинен бути дуже щільним, щоб його легко могла викинути перша порція продуктів згорання.

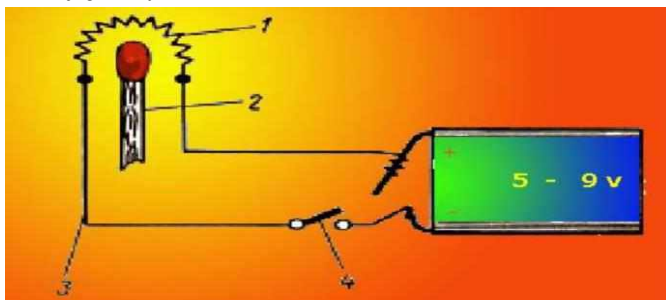


Мал.2.22. Способи з'єднання запалів.

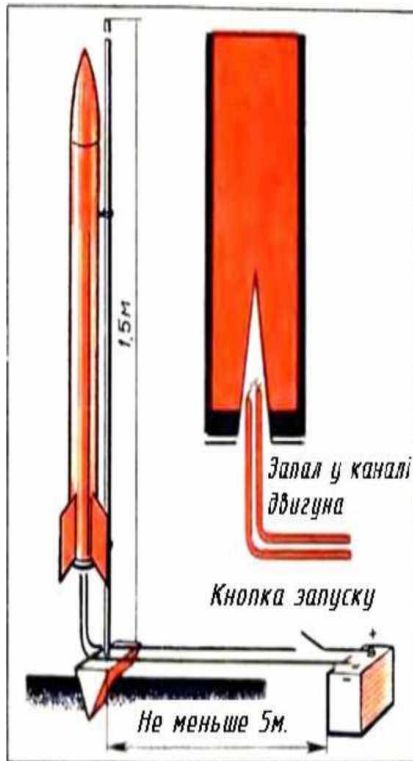
Якщо двигун зі встановленим в нім запальником не передбачається відразу ж використовувати для запуску, то запальник повинен бути закорочений, тобто обидва кінці дроту сплітають разом і роз'єднують лише тоді, коли двигун, встановлений на ракеті, готується разом з нею до старту. Доцільно мати в запасі декілька двигунів зі встановленими в них запальниками, що полегшує підготовку ракети до запуску.

Перед запуском сплетені кінці спіралі запальника роз'єднують і розводять в різні боки. Для під'єднання запальника до ланцюга живлення зручно користуватися невеликими металевими затисками, так званими «крокодилами», часто використовуваними в електротехніці і радіотехніці. Такі затиски слід встановити якомога ближче до вихідних сопел двигунів. Кінець затиску припаюється до живлячого дроту. Затримка займання палива з моменту подачі струму в ланцюг запальника може складати від 0,5 до 5 з. Слід мати на увазі, що спіраль запальника при використанні, наприклад, джерела струму напругою 9 В (що складається з двох батарей на 4,5 В кожна) нагрівається до температури біля 2400°C, а сила струму складає близько 2,25 А. Крім того, мінімальна температура займання паливних зарядів промислового виготовлення складає приблизно 600°C. Тому при використанні електричних систем запалення необхідно дотримуватися обережності.

Якщо при подачі струму в електричний ланцюг займання не відбувається, то причиною може бути розрив проводів, погане джерело живлення.



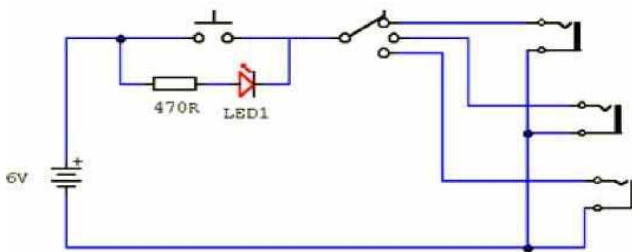
Мал.2.23. Проста схема пульта: ніхромовий дріт -1, голівка сірника -2, сполучувальні провoda -3, кнопка «ПУСК» -4.



Мал.2.24. Загальна схема стартової установки. – Спираль запалення.

Проста конструкція пристрою така: головка сірника - 2 обмотана шматочком тонкого ніхромової дроту -1 завдовжки близько - 10 мм; кінці її сполучені з проводами - 3 завдовжки 1020 м. Якщо дроти з'єднати з полюсами плоскої батареї (4,5 В), то ніхромовий дріт розжариться і підпалить головку сірника.

Сконструйоване таким чином і поміщене всередину двигуна допоміжний пристрій дозволяє підпалити паливний заряд на відстані без застосування відкритого вогню. Надалі застосовуватимемо цей спосіб як найбільш безпечний і безвідмовний.



Мал.1.24. Система запалення з контрольною лампою (світло діодом) для багаторакетного запуску.

Схема електричної системи запалення показана на малюнку. Старт моделі відбудеться після натиснення на кнопку пуску, подібно до того як це відбувається при запуску справжніх ракет.

З'єднання виконується таким чином, що джерело живлення включається або на сигнальну лампочку, або на запальник. Нормальне напруження сигнальної лампочки свідчить про те, що ланцюг живлення справний і можна здійснювати запуск. У момент перемикання джерела живлення на ланцюг запальника сигнальна лампочка гасне. Перемикач може мати вид латунної пластинки, що ковзає по припаяних контактах проводів.

## 2.10.Проектування та виготовлення складної моделі копії ракети «09» та її запуск

**Модель-копія ракети «09»** (мал. 1.26). 17 серпня 1933р. під Москвою в Нахабно була запущена перша радянська ракета «09» конструкції М. К. Тихонравова. Модель-копія знаменитої «гирдовской» ракети «09» ( ГИРД – група изучения реактивного движения) розроблена у масштабі 1:4 на станції юних техніків 13 м. Електросталі. На сам перед треба виготовити напрямні кільця оправку для виклеювання корпусу. Її можна виточити з дюралюмінію, при чому зовнішні діаметри необхідно зробити на 1 мм. менше відповідних розмірів моделі.

Корпус клеять із двох шарів креслярського паперу;

циліндричну й конічну частини виклеюють окремо. Оболонки торцюють гостро заточеним ножом, затиснувши їх разом з оправками у патрон токарного верстата. Потім елементи корпусу знімають із болванки й склеюють

Бічні обтікачі штампують із тонкого целулоїду. До циліндричної частини корпусу їх прикріплюють нітроклеєм. Там же прорізають отвір і закривають з середини целулоїдним диском – це імітація засклення манометра.

У нижній частині корпусу вклеюють два шпангоути, виточених з липи; верхній шпангоут-упорний.

Стабілізатори вирізують із липи. Для міцності, їх поверхні оклеюють склотканиною. Стабілізатори кріплять до корпусу епоксидним клеєм, місця стиків підсилюють бальсовими (липовими) обтікачами.

Уздовж корпусу зверху вниз проходять вісім ребер жорсткості, їх можна вистругати з липових рейок довжиною 310 мм. Напрямні кільця – із бляшаних смужок шириною 2 мм. Їх кріплять до корпусу епоксидним клеєм.

Головний обтікач виточують із липи. Для полегшення деталі у середині проточують для утворення порожнини.

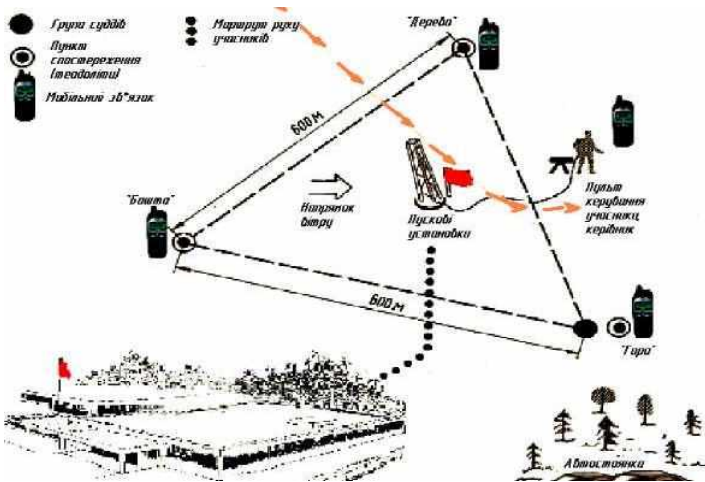
Знімний хвостовий обтікач формують зі склопластику. Після установки ракетного двигуна його прикріплюють до шпангоута корпусу чотирма гвинтами М2.

Парашут вирізують із мікалентного паперу; діаметр його купола 750 мм.

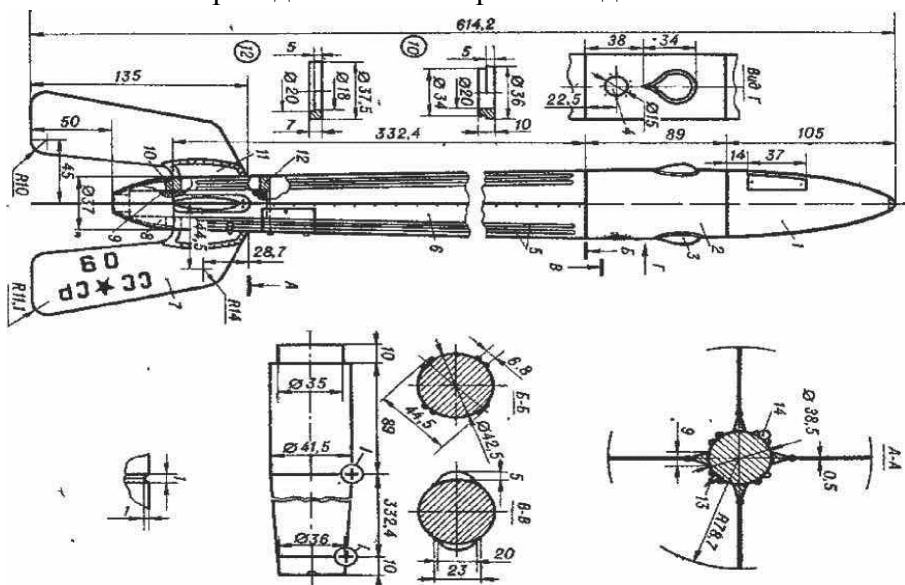
Після зборки модель спочатку покривають двома шарами клею чи фарби АК – 20, а потім шпаклюють й обробляють шкуркою. Остаточна обробка – фарбування в срібlistий колір («серебрянкой»); напису «СРСР» й «09» – чорні, зірка-червона. Після остаточної обробки маса моделі повинна бути в межах 120 гр. На модель установлюють двигун МРД 20-10-4.

### **Запуск моделей.**

Для безпечного запуску моделей ракет необхідно стартове устаткування, що складається з пускового пристрою, пульта керування й провідників для подачі електроживлення до нитки накаливання



Мал.2.25. Схема полігона та розташування на ньому об'єктів для проведення змагань ракетомоделистів.



Мал.2.26. Модель-копія ракети «09»:

- 1-головний обтікач, 2-приладовий відсік, 3-бічний обтікач,
- 4-скло манометра, 5-ребра жорсткості, 6-корпус, 7-стабілізатор,
- 8-хвостовий обтікач, 9-МРД 20-10-4, 10-шпангоут, 11-обтікач
- стабілізатора, 12-упорний шпангоут, 13-свіча запалювання.

Пусковий пристрій повинне обмежувати рух моделі по горизонталі доти, поки не буде досягнута швидкість, що надійно забезпечує безпечний політ за наміченою траєкторією. Застосовувати убудовані в пускову установку механічні важелі, що допомагають при запуску, заборонено.

Найпростіший пусковий пристрій – напрямний штир діаметром 5-6 мм., довжиною 1,4 -1,5 м, що вгвинчується в стартову плиту. Кут нахилу штиря до обрїю повинен бути більше 60°. Пусковий пристрій надає моделі певний напрямок польоту й забезпечує гарну швидкість у момент злету моделі з напрямного штиря.

Запуск або запалення палива повинні здійснюватися за допомогою дистанційного електричного пульта керування, розташованого на відстані не менш 10м від моделі. Пульт керування – це коробка, у якій розміщені електричні батареї або акумулятори. На одній із кришок повинні бути встановлені сигнальна лампа, блокувальний ключ і кнопка запуску.

Для подачі живлення краще використати мідний ізольований дріт діаметром не менш 0,2-0,3 мм. Спіраль накаливання виготовляють із ніхромового дроту діаметром 0,30,4 мм; число витків спіралі залежить від типу батарей живлення.



## Розділ 3. Основи конструювання.

### 3.1. Архітектурно-художні закономірності формоутворення технічних об'єктів

При конструюванні машин та технічних пристроїв необхідно турбуватись не тільки про відповідність його своєму призначенню, бути надійними та економічними, але і забезпечувати зручність користування ними. Такі вимоги визначають загальний вигляд машини або пристрою, її композицію.

**Композиція** – побудова суцільного виробу, усі елементи якого знаходяться у взаємозв'язку та гармонії. Основу композиції у художньому конструюванні складає тектоніка об'єкту, що відповідає його призначенню і конструкції, та об'ємно – просторова структура.

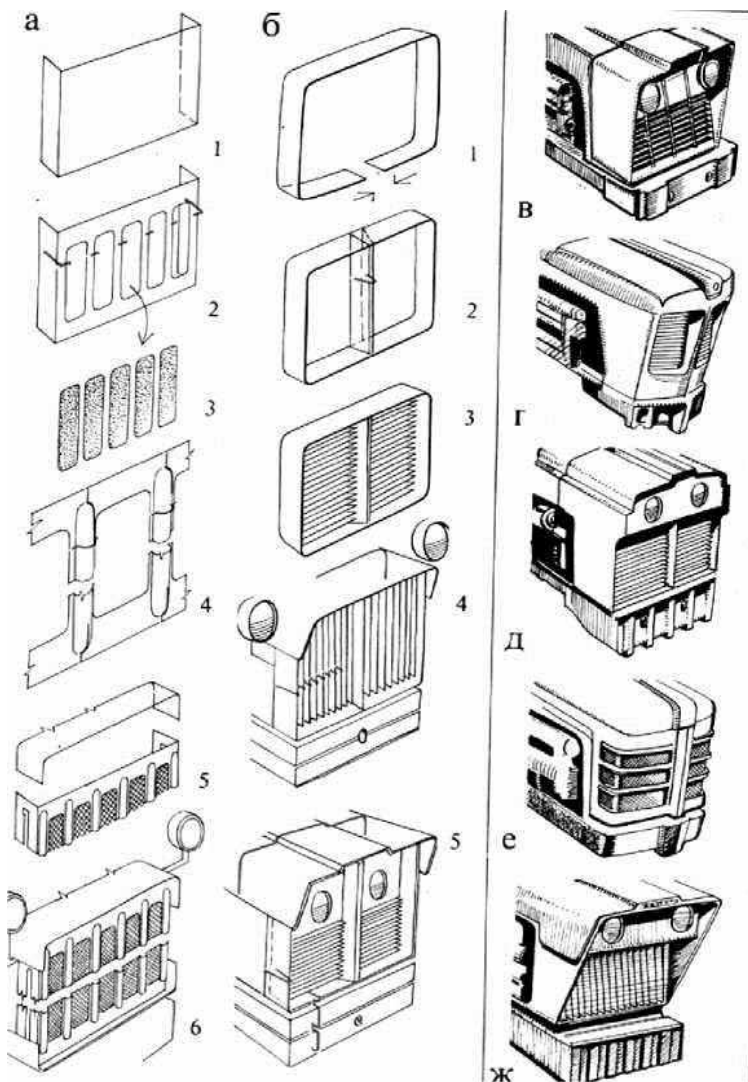
**Тектоніка** – вияв закономірностей будови предмету, притаманних його конструкцій схемі, його об'єктивних фізичних здатностей, відповідність має, несучих частин то що. Вона проявляється у взаєморозташуванні частин предмету, його пропорціях, ритмічному побудуванні форми та ін.

За ознакою об'ємно – просторової побудови промислові вироби поділяють на три великі групи: відносно просто організовані структури зі захованим механізмом, що розташовані у корпусі (кузові, кожусі); з відкритими технічними структурами діючих механізмів або несучих конструкцій; об'ємно – просторові структури, що поєднують у собі елементи першої та другої групи.

Перехід від однієї групи до другої у об'єктах, що виконують однакові функції, пов'язані з закономірностями розвитку виробництва. Зміна об'ємно – просторові структури легко визначити, наприклад, при порівнянні вагових «ходиків», пружинних, маятникових та електронного годинника.

При проектуванні пошук оптимальних варіантів як усієї машини так і окремих її частин проводиться з урахуванням комплексу факторів: функції, конструкції, технології, економічні

вимоги, естетичні якості, взаємозв'язок різних факторів можна прослідкувати на прикладі ескізу, пошуку облицювання радіатора трактора (мал. 3.1.).



Мал.3.1. Пошук облицювання радіатора трактора.

Вертикальним ребром надається підковоподібний переріз з метою збільшення моменту опору. Однак велика довжина елемента конструкції та широкі прогалени не дозволяють забезпечити необхідну міцність, а відходи металу складають 25%. Не розв'язана задача і естетичного оформлення, так як основні пропорції не створюють враження суцільності форми деталі. Невірний розподіл матеріалу призводить до невірного трактування образу самої машини могутнього гусеничного трактора. Могутність машини повинна проявлятися у формі. Облицювання може бути виконане за допомогою аналогічних технологічних операцій та з відходів листового матеріалу у цьому випадку момент опору смуг, складає решітку, значно більший ніж у першому варіанті. Зупинимось на окремих методах роботи, художника – конструктора над композицією виробу. Один з методів творчого пошуку дизайнерів – ескізний пошук. Ескізні накидки дають змогу оцінити попередню ступінь обліку вимог до об'єкту, що відповідає стилю часу.

Однак при економічності та швидкості творчого пошуку ескіз не дає повної уяви про майбутній виріб. На допомогу приходять макетування у масштабі або натуральну величину. З метою зменшення трудомісткості макет виконують у масштабі 1:10 та наносять на нього мережу, яка дозволяє зняти з макета шаблони перерізу.

Художник – конструктор використовує методи аналізу конструкції прототипів та аналогів, дослідження у галузі суміжних наук, методів графічного пошуку, проводить попереднє обговорення варіантів компонування, приймає участь у виготовленні дослідних зразків, випробування та здачі виробу у виробництво.

Технічна естетика як теорія художнього конструювання стверджує, що у конструюванні важлива не модернізація та використання сучасного корпусу, а розробка принципово нових розв'язань та композицій та застосування новітніх конструкційних матеріалів з кращими естетичними якостями.

### 3.2. Вимоги ергономіки на стадії художнього конструювання технічного об'єкту

Гармонія естетичних та технічних якостей виробу можлива без урахування наукових даних ергономіки. Ергономіка вивчає функціональні можливості людини в трудовому процесі з метою створення знарядь та оптимальних умов праці. Створюючи речі, необхідно прагнути до того, щоб вони були зручними. Наприклад, проектування верстату, моторику людського тіла, при виборі форми та розмірів держака ручного інструменту, необхідно враховувати особливості будови рук одним з важливих вимог ергономіки є вивчення можливостей органу зору людини; поля зору при фіксованому положенні голови та при русі у вертикальній та горизонтальній площинах, зони ефективної видимості при концентрованій увазі, поля миттєвого зору, залежності зорового сприймання від освітлення та кольору об'єктів що сприймається.

При виготовленні моделей, конструюванні саморобних приладів не рекомендується довільно конструювати ручки керування, кнопки та вимикачі. Вони кодуються формою та кольором. Кодування формою доцільно для ручок апаратури радіомоделей суден, автомобілів та ін., коли зорова увага моделіста – конструктора направлена на віддалені об'єкти, а маніпуляція органами керування відбувається навпомацки. Кодування кольором рекомендується при великій кількості однорідних кнопок та ручок керування.



Мал.3.2. Кодування функціональних кнопок кольором.

Якщо кнопкою користуються часто для неї вибирають чотириохкутну форму з закругленими кромками, а для кращої фіксації пальця роблять надсічку або виїмку. Можливість одночасного вмикання кнопок повинна бути зведена до мінімуму. Вертикальне розміщення кнопок бажаніше ніж горизонтальне.

На панелях та щитках пристроїв що моделюються, а також саморобних приладів часто приходиться робити надписи дослідами встановлені оптимальні розміри шрифтів, а також ширина шрифту нанесених букв та цифр у залежності від відстані спостереження відомості зібрані у довідник по інженерній психології та посібниках по оформленню. До розташування цифр та букв висувають певні вимоги: при нерухомій шкалі стрілочного приладу їх розташовують вертикально, при нерухомому вказівнику (стрілки) та рухомій круговій шкалі радіально з таким розрахунком, позначки що читаються займали вертикальне положення. Рекомендується застерігатись надписів що не мають функціонального навантаження.

Важливу роль у моделюванні та конструюванні має колір, він несе функціональне та психофізіологічне навантаження.

**Функціональне навантаження** – виділення при допомозі кольору складальних одиниць та деталей, що виконують різну роботу, позначення небезпечних та безпечних ділянок. Так гарячі труби, паропроводи у моделей фарбують у червоний колір, трубопроводи для холодної води у зелений колір. У останні роки рекомендують позначати повітропроводи білим кольором, кислотопроводи жовтим, трубопроводи для вогнегасних рідин червоним.

При наявності у рідинах ядів на труби наносять пояски жовтого кольору, наприклад у моделях деяких сільгоспмашин по вирощуванні рослин. Моделі навантажувачів, кранів, транспортерів бажано фарбувати жовтуватим кольором, а моделі великих транспортних засобів повинні мати жовто-чорні бампери. У багатьох випадках функціональний колір переслідує мету скрити об'єкт на загальному тлі.



Мал.3.3. Функціональна розфарбовка з метою маскуванню.

З психофізіологічної точки зору можна відзначити «температурні» та «вагові» характеристики кольору. Червоні, оранжеві, жовті, називають теплими, вони наближають предмет до спостерігача, діють збуджуючи тому втомлюють людину. Фіолетові, сині, зелені, називають холодними вони віддаляють предмет та заспокоюють людину. Оптимальним вважають зелені відмітки вони знімають внутрішньо – очний тиск. Вибір кольору повинен бути науково обґрунтований.

Фарбуючи модель або виріб конструктор повинен пам'ятати «вагову» характеристику кольорів. Вироби темних кольорів здаються більш важкими. Для поверхні та корпусів машинного обладнання рекомендують обирати нейтральні кольори, наприклад світло-сірий, зелений. При використанні декількох кольорів нижню частину машини фарбують у більш темні тони ніж верхню. При цьому центр ваги наче пересувається до низу, створюючи уяву стійкості.



Мал.3.4. Урахування «вагової» характеристики кольорів.

### **3.3. Конструювання та виготовлення пристроїв по технічному завданню**

Досвід роботи показав, що особливу увагу слід приділяти розробці ескізного та робочого проекту.

У склад ескізного проекту входять: креслення загального вигляду пристрою (ескізний); кінематична, електрична, та інші схеми; креслення загального вигляду основних складальних одиниць, попередні розрахунки.

У склад робочого проекту входить: креслення загальних виглядів (вони виконуються так, щоб їх можна було використовувати у якості складальних); креслення деталювання; специфікація деталей; технічні розрахунки; інструкція по експлуатації пристрою; перелік використаного матеріалу, його вартість, а також вартість покупних деталей та виробів, приблизна вартість всього пристрою.

Правильна розробка конструкторської документації дає можливість точно виконати конструкторську думку у матеріалі та визначає надійність та працездатність майбутньої конструкції. Зміст конструкторських документів повинен бути доступним для учнів.

У процесі конструювання та технічних пристроїв оформляється шкільна технічна документація: технічні малюнки, ескізи, креслення, тех. вимоги та умови на виготовлення виробів, технічні карти та кінематичні схеми.

Знання цієї документації необхідне для розвитку тех. мислення учнів.

Конструювання та виготовлення пристроїв проводиться по етапам наведеним у таблиці 3.1.

**Таблиця. 3. 1. Конструювання та виготовлення пристроїв.**

Послідовність моделювання та конструювання.		
Етап роботи	Зміст діяльності учня.	
	При виготовленні технічного пристрою	При побудові моделі
1. Вивчення завдання.	З'ясування функціонального призначення, тех. Умов та вимог до об'єкту конструювання.	Вибір типу (класу) моделі та складання тех. завдання.
2. Вибір шляхів та засобів розв'язання.	Ознайомлення з прототипом або аналогічними конструктивними рішеннями промислового виробництва або тех. творчості, фотокартками, малюнками або іншої документації, що відносяться до прототипу.	
3. Складання схеми.	Складання схеми конструкції та уточнення принципу її дії.	
4. Розробка конструкції (моделі) у графічній формі	Визначення кількості деталей та їх функцій; Виконання елементарних розрахунків деталей та складальних одиниць, вибір їх форми та способів з'єднання; Визначення матеріалу, уніфікованих деталей та складальних одиниць; Розробка технічної документації: ескізів (теоретичного креслення), складальних та деталювальних креслень (документація виконується на основі фотокарток, малюнків або прототипу); Колективне обговорення варіантів конструкції, їх обґрунтування у залежності від можливості використання найменш трудомістких процесів обробки, складання виробів та ін.	Визначення масштабу моделі, типу та числа двигунів (рушіїв); Визначення основних параметрів моделі на основі принципу механічної тотожності: лінійних (кутових), швидкості, потужності двигуна.



Конструювання може проводитись по завданню (технічним вимогам). Цінність методу завдання у тому, що він відповідає логіці конструювання та максимально наближений до конструювання у виробничих умовах.

Конструювання та виготовлення технічного пристрою по етапам покажемо на прикладі настільного свердлильного верстата по металу. Конструкторська робота починається з осмислення поставленої мети та задачі по створенню нової конструкції, вимог, яким повинен відповідати пристрій. Осмисленню мети сприяє технічне завдання, яке можна сформулювати слідує чим чиним: «сконструювати та виготовити свердлильний верстат, для свердління листового матеріалу з міцністю НВ 190. Максимальний діаметр свердління прийняти рівним 6 мм. Габаритні розміри верстата не повинні перевищувати 266 x 120 x 300 мм. Маса верстата не більше 10 кг. У конструкції передбачити огорожу. Створення верстату диктується потребами лабораторії технічної творчості».

У процесі аналізу технічного завдання (задачі) виявляють, чи є у завданні необхідні дані для його виконання, яких даних не вистачає, як їх знайти. Встановити недостатні дані, приступають до їх пошуку. Аналіз показує, що у пропонованому завданні не включені повністю технічні та технологічні вимоги, що висуваються до верстата. Ці вимоги до конструкції будуть встановлені у процесі створення верстата. У завданні також недостатньо технічних параметрів, що характеризують процеси свердління. Ці параметри можна визначити у ході виконання розрахунків або призначити по конструкційним міркуванням. якщо б у технічному завданні (задачі) були відомі усі дані, то така задача не була б конструкторською.

Після аналізу технічного завдання необхідно перейти до важливого етапу роботи – пошукам варіантів аналогічних конструкційних рішень. На даному етапі роботи розв'язуються задачі на аналіз існуючих конструкцій верстатів, що виконуються у послідовності що наведена нижче (вибір кращої схеми конструкції).

### **3.4. Етапи проектування технічного об'єкту у гуртках технічної творчості**

1. Перш ніж приступати до виготовлення дослідного зразка необхідно виготовити графічну документацію. Деталювання проводиться у відповідності з вимогами ДЕСТу. ЕСКД.

Після розробки усієї документації організується захист проекту. Важливим етапом роботи є підготовка до виготовлення сконструйованого верстата: визначення послідовності виготовлення деталей, складання технологічних карт на їх виготовлення, вибір матеріалу, інструментів та інше.

З технічної документації верстата видно, що багато його деталей можуть бути виготовлені механічною обробкою. При обробці заготовок необхідно ретельно дотримуватись технології та виконувати вимоги безпеки праці.

2. У процесі практичних робіт необхідно слідкувати, щоб деталі, що виготовлюються, складальні одиниці та механізми відповідали вимогам технічної документації. Важливо контролювати відповідність розмірів деталей, номіналам, проставлених на креслені на основі розрахунків або ж призначених виходячи з конструкторських та технологічних міркувань.

3. Як видно, виготовлення пристрою – етап практичної роботи найскладніший. Для того, щоб виготовити пристрій якісно, повинен точний документ (проект), що містить вичерпну інформацію для виготовлення та контролю деталей. У склад робочого проекту входить також інструкція по експлуатації пристрою.

4. Кожен технічний пристрій має багато деталей, що з'єднані між собою. Тому виникає необхідність не тільки конструювати але й передбачати можливість легкості, доступності та доцільності з'єднання тим чи іншим способом. Якщо деталі сконструйовані не вірно, то їх важко буде зібрати, або вони можуть бути пошкоджені при складанні. Помилки та неузгодженості при конструюванні та виготовленні деталей, як

правило виявляються при складанні деталей машин. У цих випадках бракують деталі, або виправляти їх недоліки, від чого затримується складання технічного пристрою. Переробка деталей при складанні у свою чергу, може привести до порушення принципу взаємозаміни. Все це зобов'язує передбачити умови складання та розбирання. Складання верстата повинне виконуватись за кресленнями. Зрозуміло, що виконати складні деталі не легко, ще складніше добитись узгодженої роботи зібраного пристрою. Як правило технічний пристрій підлягає випробуванню.

5. Випробування – відповідальний етап роботи. У процесі випробування пристрою виявляються прорахунки, помилки, недоліки виготовлення деталей та складальних одиниць, огріхи складання та ін. Випробування дає багатий матеріал для удосконалення конструкції (доводки) верстата. Помилки (відхилення від номінальних значень, биття, коливання швидкості), виявлені у процесі випробування пристрою, усувають та вносять у технічну документацію відповідні виправлення.

Сконструйований пристрій повинен виконувати свою головну функцію та бути надійним у експлуатації.

Необхідний етап створення конструкції оздоблення та доводка. Роботи по оздобленню та доводці обробленої поверхні металевих виробів потрібні для того, що б збільшити клас шорсткості, опору корозії, та зробити виріб гарним.

Закінчений технічний пристрій здобуває економічну оцінку: визначається кількість використаного матеріалу та його вартість, вартість покупних деталей та виробів, приблизна вартість виготовленого виробу та трудомісткість механічної роботи.

Опишіть етапи оздоблення та доробки виробу.

Самостійно розрахуйте клинопасову передачу. Виконайте креслення веденого шківа.

**ЗАВДАННЯ.** Склавши схему (кінематичну) клинопасової передачі визначте її параметри. Виконайте розрахунки паса на тягову здатність та довговічність. Виберіть тип пасу, виготуйте креслення веденого шківа.

### **3.5. Вибір завдання на конструювання та вимоги до пристроїв**

При вибиранні технічних завдань на конструювання висувають наступні вимоги: зв'язок завдань з матеріалом що вивчається, реальність та посиленість змісту; коротке та чітке формулювання умови: доцільність виконання завдання та практична потреба у даній конструкції; посиленість виконання; урахування вікових особливостей та здібностей; наявність матеріалу та обладнання у навчальних майстернях.

Важливе місце мають строки виконання завдання. Кожне завдання має бути доведене до кінця. Якщо технічний пристрій досить складний, то доцільне конструювання та заготовлення його проводити групами 2-3 чоловіка, з розподілом праці. Але при цьому важливо, щоб кожна одиниця складного пристрою була сконструйована та виготовлена однією особою. Розглянемо технічні вимоги до конструкцій деталей до їх функціонального призначення та умов роботи забезпечуються формою, розмірами та розташуванням елементів.

Умовами цінності конструкції є обмеження робочих напружень у навантажених перерізах у межах допуску. Ця умова забезпечується правильним вибором конструкційних матеріалів, їх термообробкою, вибором доцільної форми перерізу та встановленням розрахункових розмірів конструкції. Обмеження прогину та кутів оберту у перерізах у межах допустимого значення з умовою жорсткості пристрою. Однак завищений запас міцності та надмірна жорсткість конструкції не допустимі.

При конструюванні слід вибирати такі матеріали, які забезпечують необхідну жорсткість, міцність, зносостійкість та технологічну оброблюваність. Разом з тим, конструкційні матеріали повинні бути недорогими. Вибір матеріалів пов'язаний з конструктивним оформленням деталей, що визначають спосіб утворення заготовок. Марку матеріалу необхідно вибирати з урахуванням аналізу умов роботи деталей, характеру навантажень, а також виду навантажень та напружень, що

виникають у навантажених перерізах деталей.

У процесі конструювання повинна розв'язуватись проблема економії матеріалу у результаті зменшення допусків, раціональне використання економії матеріалів. При конструюванні технічних пристроїв необхідно вживати заходів до зниження їх маси, та габаритів, але без зниження та інших якостей.

Важлива якість пристрою – конструкційна простота. Вона полягає у відсутності зайвих деталей та механізмів, наявність яких не обумовлюється функціональним призначенням та умовами роботи технічного пристрою.

У ході конструювання слід урахувувати вимоги безпеки праці, операції керування. Всі рухомі частини пристрою, повинні мати огорожу. Конструкція повинна забезпечувати можливість монтажу та демонтажу сусідніх вузлів та деталей без їх розбирання, а компонування агрегатів, вузлів та механізмів – зручний доступ до них для виконання операцій обслуговування (регулювання очистки, змащення та ін.).

У процесі конструювання необхідно намагатись, щоб пристрій був остаточний, сучасний та з гарними експлуатаційними якостями. Конструктор повинен вміти розробляти об'ємний малюнок майбутнього пристрою у декількох варіантах розв'язуючи при цьому задачі кольорового оформлення, та виготовлення моделі технічного пристрою, виконуючи усі основні вимоги, що висуваються до технічних об'єктів.

### **3.6. Приклади розв'язання конструкторських задач**

Конструкторські задачі – творчі задачі, що виникають у процесі удосконалення існуючих конструкцій або створення нових технічних пристроїв.

З логіки конструювання випливають слідуючи задачі: аналіз конструкції, вибір оптимального варіанту (принципової схеми конструкції), вибір основних розмірів технічного пристрою, вибір геометричної форми та матеріалу деталей, вибір способу з'єднання деталей пристрою. Ці задачі можуть мати самостійне

значення та представляти собою вправи, які будуть розглядатись на практичних заняттях.

У процесі розв'язання задач даного типу (вправ), відбувається підготовка до виконання індивідуальних завдань на конструювання. Такі вправи сприяють розвиванню навичок на конструювання. У ході розв'язання конструкторських задач формуються уміння:

- аналізувати різні конструкції;
- знаходити можливі варіанти розв'язання конструкторської задачі;
- вибирати оптимальні варіанти принципової схеми конструкції;
- вибирати матеріал, форму, деталей;
- визначати основні розміри конструкції, способи їх з'єднання;
- виконувати технічні розрахунки та графічні роботи.

#### ПРИКЛАД РОЗВ'ЯЗАННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ЗАДАЧІ.

**Задача.** Розв'яжіть задачу на аналіз конструкції.

**Мета.** Набути уміння аналізу конструкції.

**Об'єкт аналізу.** Ручні важільні ножиці по металу, виготовлення на заняттях у майстернях.

**Методичні рекомендації по розв'язанню задачі.** У процесі аналізу конструкції даються відповіді на питання у письмовій формі:

Яке функціональне значення технічного пристрою ?

Яким чином працює пристрій ?

Де він застосовується ?

З яких деталей складається ?

З якого конструкційного матеріалу виготовлені його деталі ?

Чи можливо використати інші матеріали ? Вказати які.

Чому вибрані такі геометричні форми деталі ?

Чи можливо вибрати інші форми деталі ?

Чи зміниться геометричні форма деталей, при використанні іншого конструкційного матеріалу ?

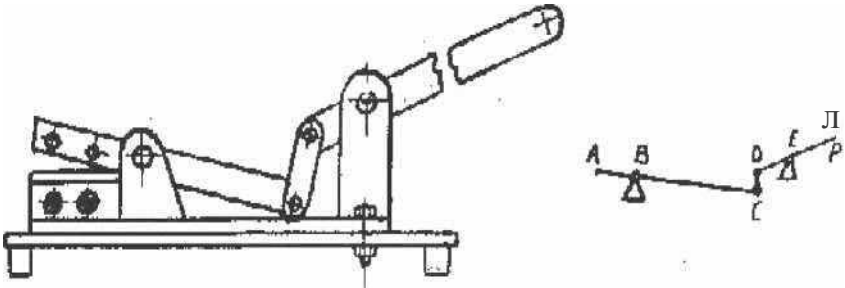
Як з'єднати деталі між собою ?

Чи можливо застосовувати інший спосіб з'єднання деталей між собою ?

Які механізми є у пристрої ?

Які види кінематичних пар у механізмі ?

Вкажіть способи та послідовність виготовлення деталей, а також послідовність складання пристрою.



Мал.3.5. Важільні ножиці та кінематична схема.

**Розв'язання.** Функціональне призначення ножиць – різання листового металу. Принцип роботи можна прослідити по малюнку загального вигляду на кінематичній схемі.

Ланки AC та DK шарнірно з'єднані між собою тягою CD та опорами B та E. Під дією сили P приводиться у рух важіль DK. Це зусилля за допомогою ланки CD передається ланці AC. До кронштейна та основи ножиць прикріплені нерухомі ніжки, а на плечі AB ланки AC встановлений рухомий ніж. При русі ланок DK, CD, AC та взаємодії ножів виникає зусилля різання. Ножиці можуть знайти застосування у навчальних майстернях та кабінетах технічної творчості. Ручні ножиці складаються з наступних деталей: основа-плита, у якій просвердлені для кріплення ніжок кронштейнів; ніжки опори плити; кронштейн, що з'єднані шарнірно (за допомогою осей) з ведучими та веденими ланками (важелями); важелі кінематично зв'язані між собою тягою CD; нерухомий ніж, прикріплений до кронштейну, та рухомий – до веденого важеля AC. У конструкції використані стандартні кріпильні деталі.

У конструкції що аналізується застосовані різні матеріали.

Ножі виготовлені з сталі марки У8А, вісі – з сталі Ст-45, решта деталей з сталі Ст-3. Деталі можна виготовити з інших матеріалів (наприклад, ножі – з сталі марок У10, У12), але це веде до подорожчання конструкції. Багато деталей конструкції мають плоску та циліндричну форму, так як деталі такої форми можуть легко виготовлятися на традиційних верстатах.

Можна вибрати іншу форму деталей, але це зв'язано з ускладненням технології виготовлення, та застосуванням інших матеріалів. При виборі матеріалів та геометричної форми деталей завжди враховують наявність у майстерні станкового парку, та матеріалів.

У конструкції ножиць є рухомі та нерухомі роз'ємні з'єднання, що виконуються за допомогою стандартних кріпильних деталей (болтів, гайок).

У конструкції можливе використання застосовувати інші способи з'єднання деталей (наприклад, зварювання). Однак відсутність у навчальних майстернях зварювального апарату не дозволяє цього зробити.

У розглянутій конструкції – є плоский шарнірний чотирьох ланковий механізм перетворення руху, що містить чотири обертальні пари. Деталі ножиць виготовлені різними способами. Деталі виготовлялись на токарно – гвинторізному верстаті (гвинти, болти, гайки), свердлильному (свердлились отвори), фрезерних (фрезування ножів, фасок). Також застосовувались слюсарні операції (обпилювання, розмітка, довідка та ін.).

**Вправа.** Дати у письмовій формі аналіз деревообробного верстата ДТ-120.

### 3.7. Приклад оформлення проекту

Всі проектно-технологічні документи (креслення, описи, технологічні картки) повинні бути виконані у відповідності до стандарту. Розглянемо зразки оформлення документації. Розпочнемо розгляд з титульного листа.

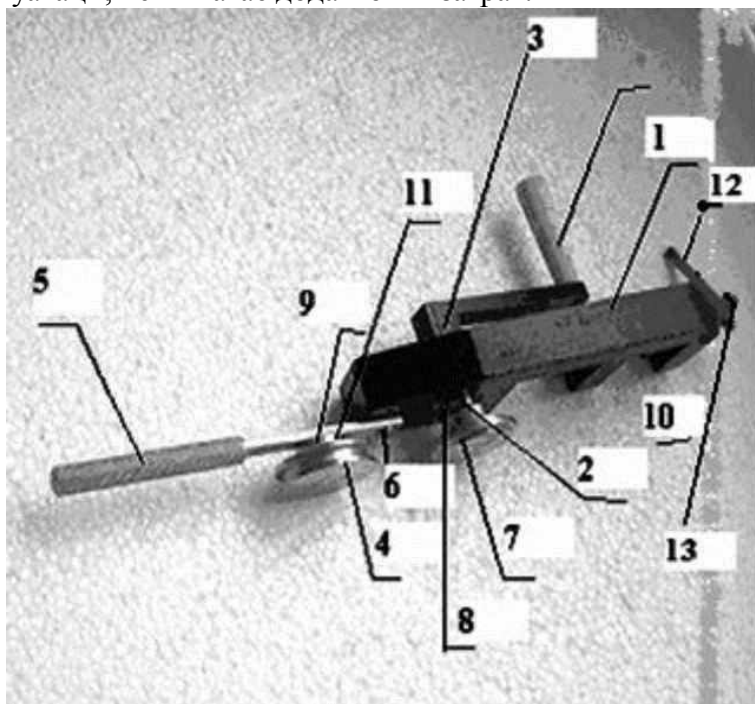
Опис і принцип роботи пристрою для рихтування бляшаних кришок



Пристрій призначений для рихтування бляшаних кришок для домашнього консервування, з метою їх багаторазового використання.

Пристрій (див. мал. 3.6.) складається з корпусу 1, виготовленого з алюмінієвого сплаву Д16Т, який кріпиться за допомогою притискного гвинта 10 до столу. На корпусі розташовані розкаточний ролик 4 і прижимний ролик 7. Розкаточний ролик слугує для відновлення первісного профілю кришки, а притискний ролик – для спрямування і притискання кришки при рихтуванні. Притискання ролика 7 відбувається за допомогою ручки 8, яка кріпиться до корпусу пристрою спеціальним гвинтом 6. Ручка 12 забезпечує обкатування ролика 4 по кришці через вал 3, на якому жорстко посаджений ролик 4.

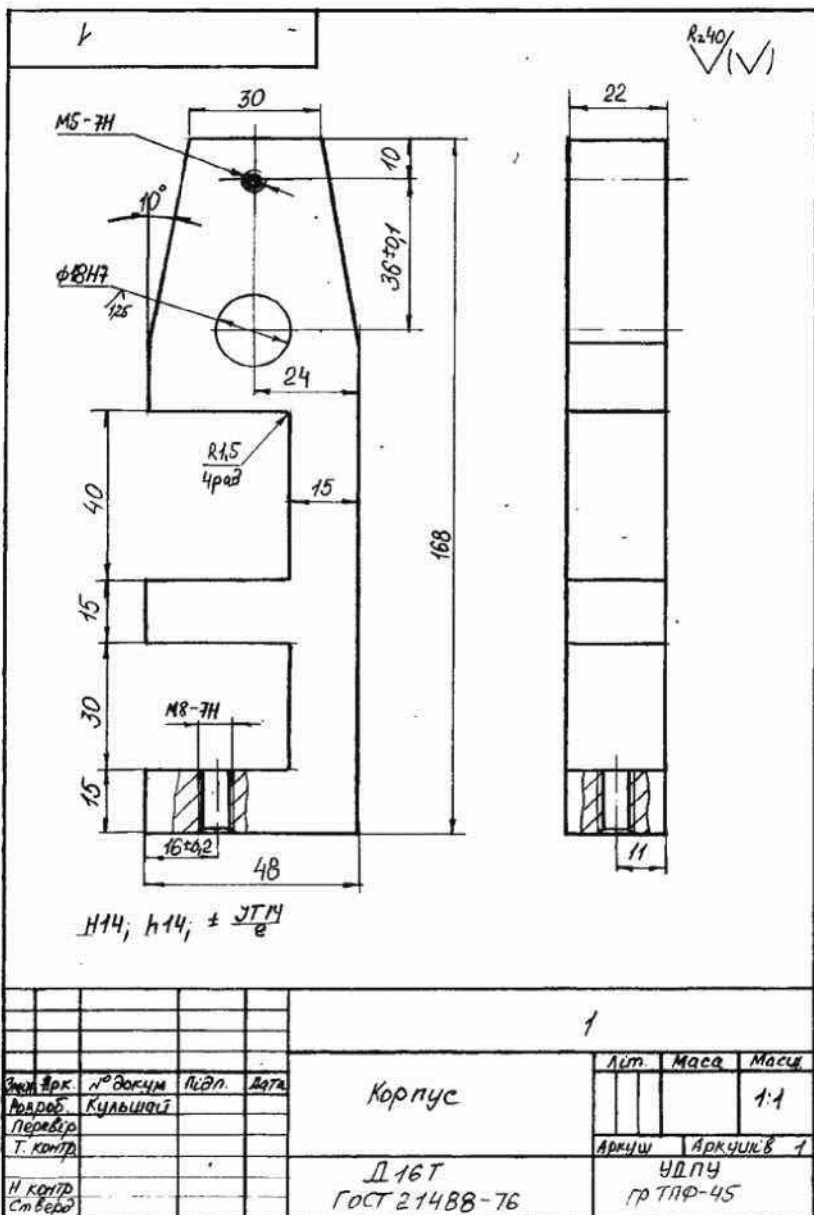
Пристрій не трудомісткий у виготовленні, зручний в експлуатації, не вимагає додаткових затрат.



Мал.3.6. Загальний вигляд пристрою. Специфікація

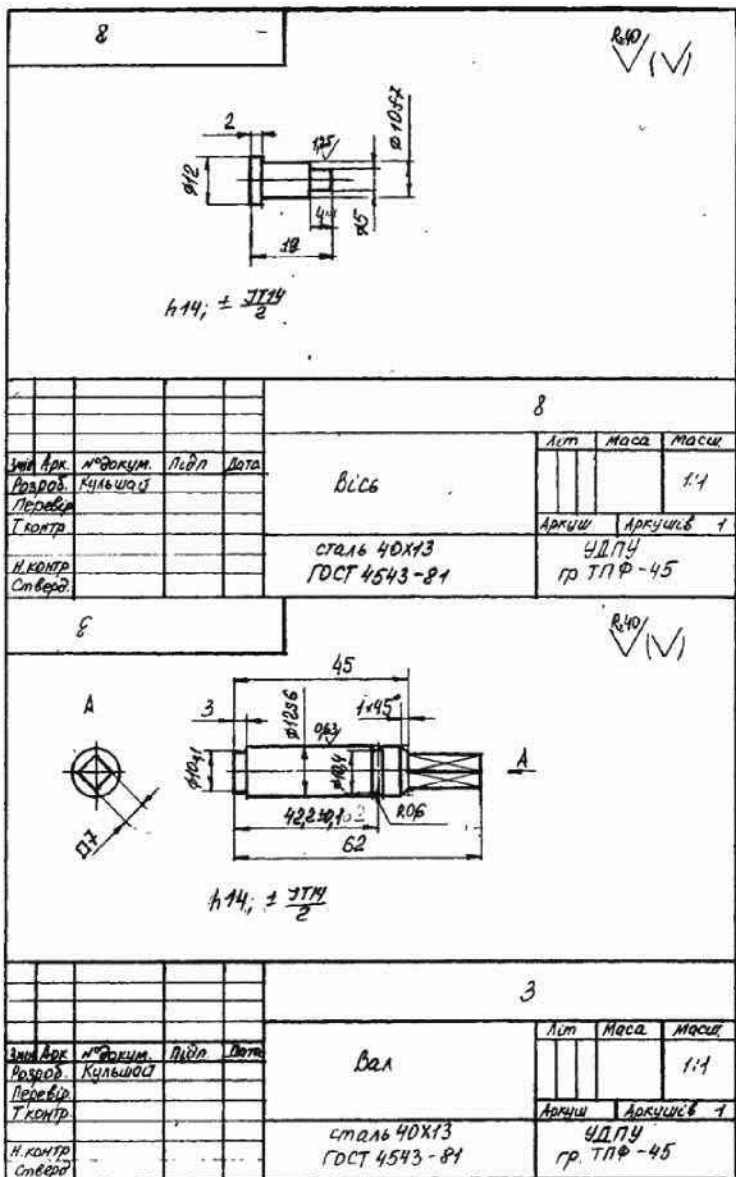
Розмір Зона №	Позначення	Назва	Кільк	Приміт- ка		
		<u>Документація</u>				
		<u>Складальне креслення</u>				
		<u>Деталі</u>				
A4	1	Корпус	1			
A5	2	Втулка	1			
A5	3	Вал	1			
A5	4	Ролік розкаточний	1			
A4	5	Ручка	1			
A5	6	Гвинт спеціальний	1			
A5	7	Ролік пружинний	1			
A5	8	Вісь	1			
A5	9	Шайба	1			
A5	10	Гвинт пружинний	1			
A5	11	Вісь	1			
A4	12	Ручка	1			
A5	13	Втулка	1			
		<u>Стандартні вироби</u>				
	16	Кільце залізне 12 МН 470-81	1			
	17	Гвинт М5×56.58 ГДСТ 10341-82	1			
Зона Аок	к*докум	Лист	Дат			
Розроб.	Рудальши					
Перевір						
Н' конст						
Створ						
Пристрій для рихтування кришок				Лист	Архив	Архив
				ЧВПУ гр. ТПФ - 45		

Мал.3.7. Специфікація на пристрій для рихтування бляшаних кришок.

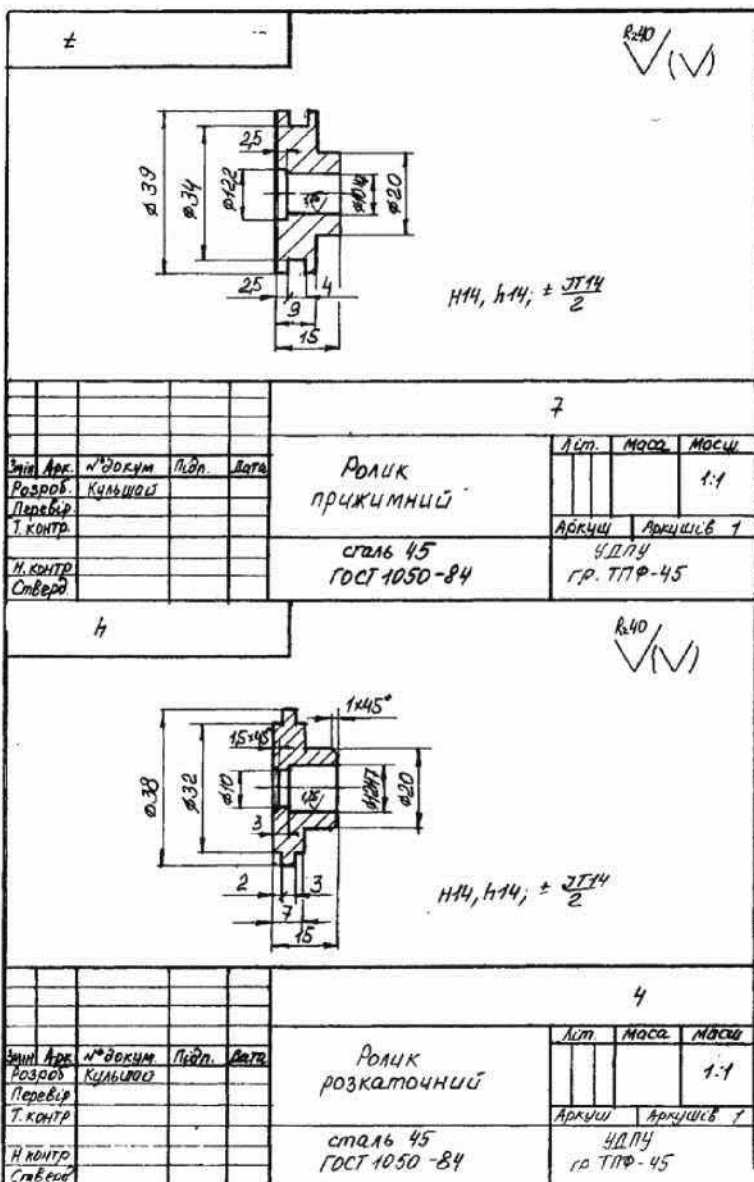


Мал.3.8. Детальовання на пристрій для рихтування бляшаних кришок ( деталь «корпус»).

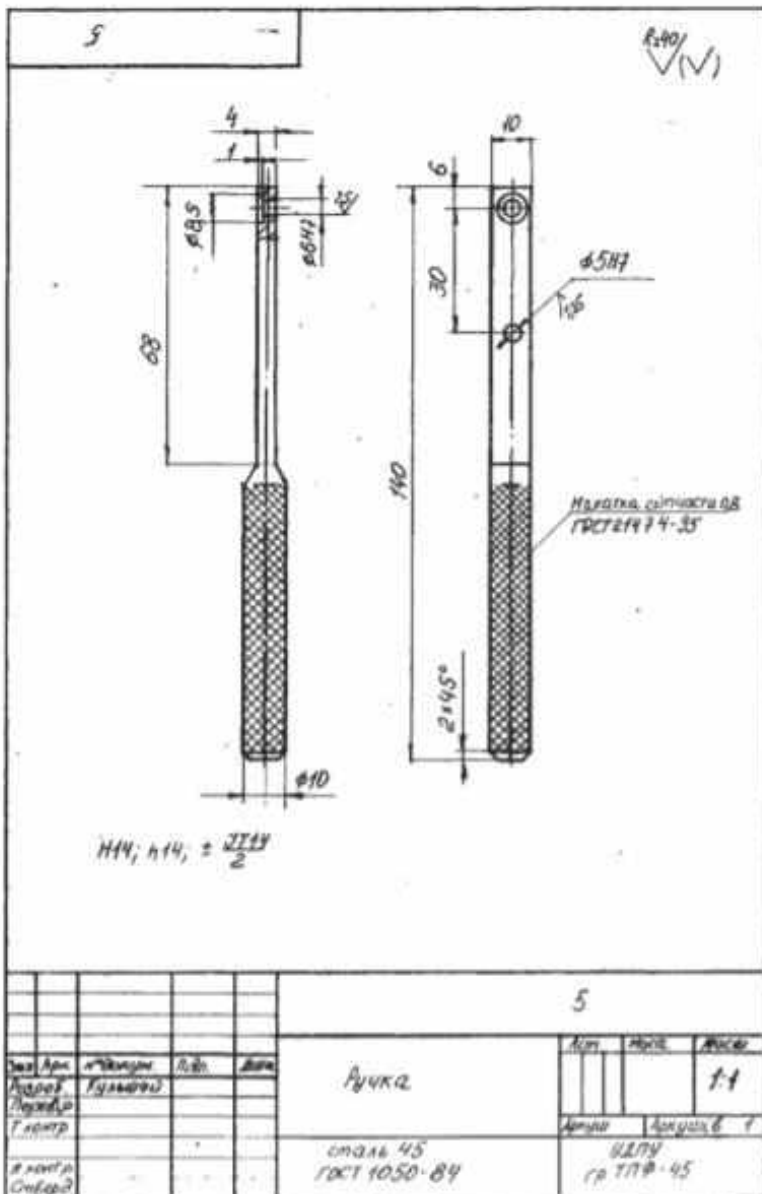




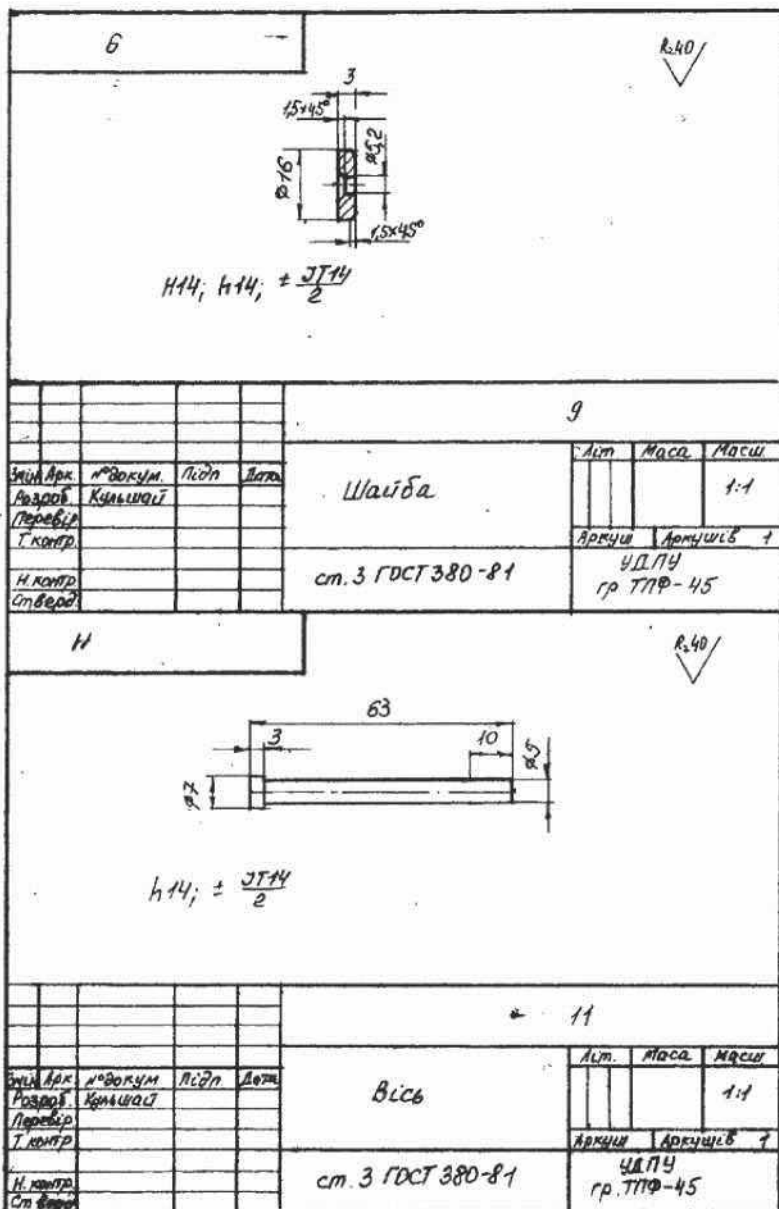
Мал.3.10. Деталювання на пристрій для рихтування бляшаних кришок (деталі «вісь», «вал»).



Мал.3.11. Деталювання на пристрій для рихтування бляшаних кришок (деталі «ролик прижимний», «ролик розкаточний»).

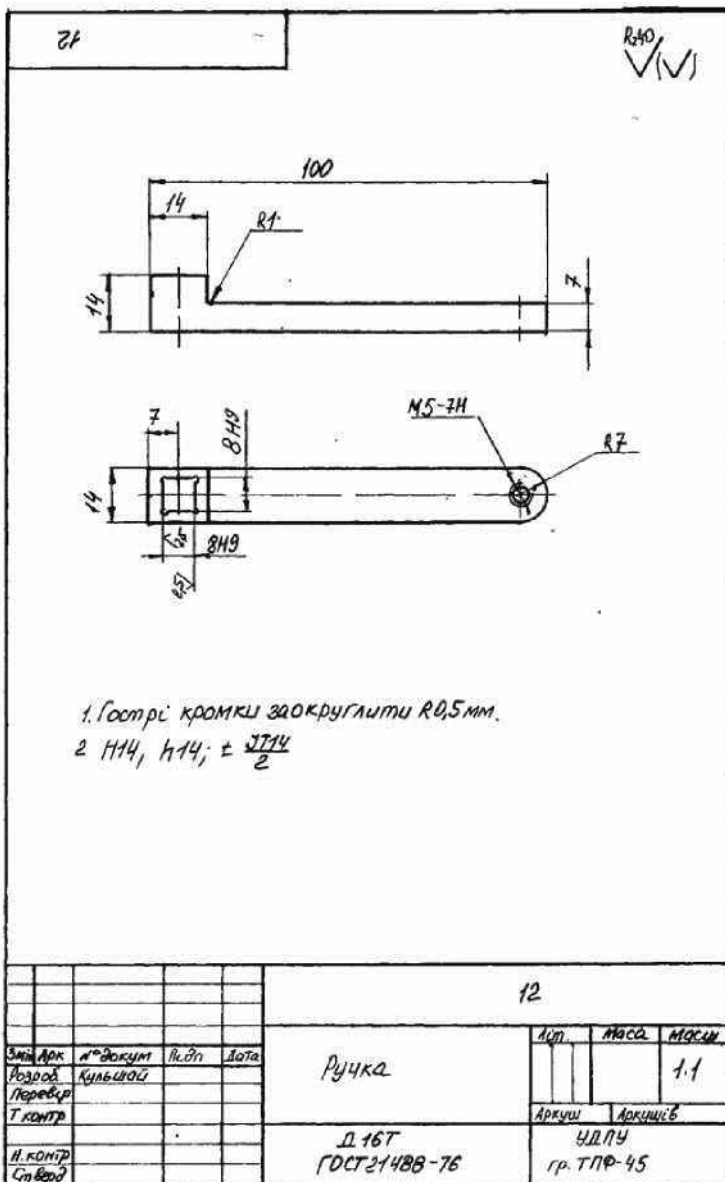


Мал.3.12. Деталювання на пристрій для рихтування бляшаних кришок ( деталі «ручка» ).

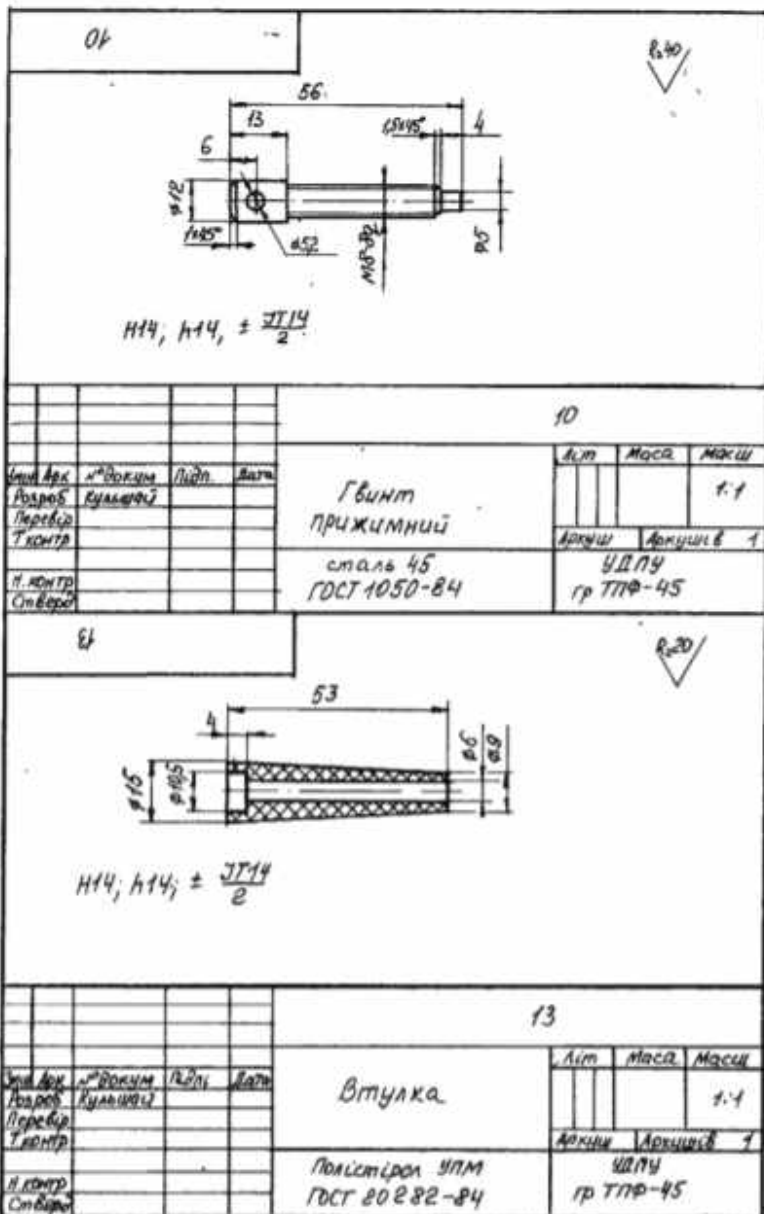


Мал.3.13. Деталювання на пристрій для рихтування бляшаних кришок ( деталі «шайба», «вісь» ).



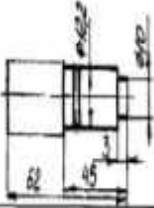
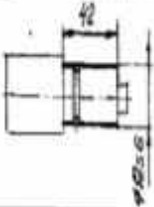
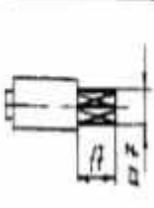


Мал.3.14. Деталювання на пристрій для рихтування бляшаних кришок ( деталі «ручка» ).



Мал.3.15. Деталювання на пристрій для рихтування бляшаних кришок ( деталі «гвинт прижимний», «втулка» ).

Технологічна картка обробки вала рихтувального пристрою

№ п/п	Ескіз	Найменування операції	Обладнання	Ріжучий інструмент	Вимірвальний інструмент
1	Заготовка $\phi 13 \times 62$	Відрізна	Відрізний верстат (пилка Геллера)	Дискова пила ГОСТ 8592-87	ШЦ 0-125 ГОСТ 166-80
2		Токарна	Токарний верстат 11611П	Різець прохідний ВКЗ ГОСТ 18878-83	ШЦ 0-125 ГОСТ 166-80
3		Шліфувальна	Шліфувальний верстат 312М	Абразивне коло СМ1 ГОСТ 2424-87	Мікрометр 0-25 ГОСТ 6507-88
4		Фрезерувальна	Фрезерувальний верстат 6П80	Фреза кінцева $\phi 12$ мм ГОСТ 8237-87	ШЦ 0-125 ГОСТ 166-80
5	100%	Контрольна	Стія контролера	-	ШЦ 0-125 ГОСТ 166-80

Мал.3.16. Технологічна картка на пристрій для рихтування  
бляшаних кришок (деталь «вал»).

Технологічна картка обробки корпусу рихтувального пристрою

№ п/п	Ескіз	Найменування операції	Обладнання	Ріжучий інструмент	Вимірвальний інструмент
1	<i>Заготовка</i> $40 \times 160 \times 22$ ДІАМЕТР ГОСТ 14188-76	Фрезерування	Фрезерувальний верстат 6П80	Фреза торцева $\phi 50$ мм ГОСТ 8237-87	ШЦ 0-125 ГОСТ 166-80
2		Фрезерування	Фрезерувальний верстат 6П80	Фреза торцева $\phi 50$ мм ГОСТ 8237-87	ШЦ 0-125 ГОСТ 166-80
3		Різка	Роточний верстат 262Г	Різець роточний ГОСТ 18883-83	Пробка $\phi 11$ Н7
4		Свердління	Верстат свердильний 1М112Б	Свердло $\phi 13$ , $\phi 14$ мм ГОСТ 18902-87 Мітки М8, М5 ГОСТ 3286-81	Калібр різбовий М8; М5 ГОСТ 519-87
5	100%	Контрольна	Стія контролера	-	ШЦ 0-125 ГОСТ 166-80

Мал.3.17. Технологічна картка на пристрій для рихтування бляшаних кришок ( деталь «корпус» ).

№ п/п	Ескіз	Найменування операції	Обладнання	Ріжучий інструмент	Вимірвальний інструмент
1	<i>Заготовка</i> $\phi 40 \times 15$ стал 45 ГОСТ 1050-84	Відрізна	Відрізний верстат (пилка Геллера)	Дискова пила ГОСТ 8592-87	ШЦ 0-125 ГОСТ 166-80
2		Токарна	Токарний верстат 1Н61П	Різець прохідний ВК8 ГОСТ 18878-83	ШЦ 0-125 ГОСТ 166-80
5	100%	Контрольна	Стія контролера	-	Пробка $\phi 12$ Н7 ШЦ 0-125 ГОСТ 166-80

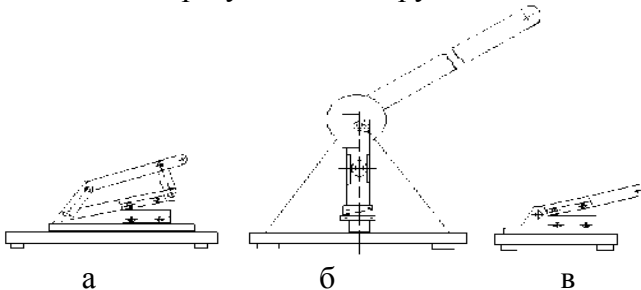
Мал.3.18. Технологічна картка на пристрій для рихтування бляшаних кришок ( деталь «ролик» ).

### 3.8. Вибір оптимального варіанту схеми конструкції та її розмірів

Об'єкти для розв'язання задач: три варіанта конструкції важільних ножиць.

**Методичні рекомендації.** Порівнюючи однакові у функціональному призначенні та розмірі конструкції які відрізняються за устроєм, та враховуючи можливі умови їх виготовлення у навчальних майстернях, вибирають оптимальний варіант у схемі пристрою. У процесі вибору схеми конструкції враховуються критерії оцінки її досконалості: правильне функціонування, кількість деталей та рухомих з'єднань, наявність стандартизованих та уніфікованих деталей, простоту виготовлення та обслуговування.

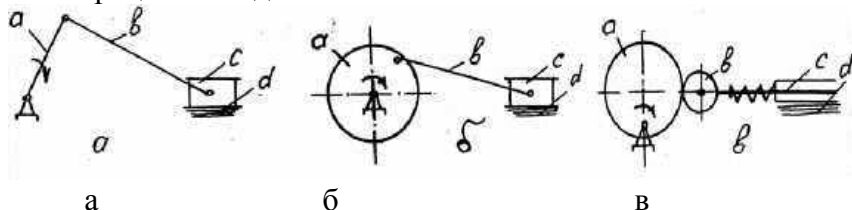
Якщо результати функціонування однакові, то найкращою вважається та конструкція, яка має найменшу кількість деталей і рухомих з'єднань. Однак між висунутими вимогами часто спостерігаються протиріччя. Так для підвищення зносостійкості деталей конструкції потрібно у ряді випадків збільшити їх масу, застосувати більш міцні матеріали, що веде до збільшення витрат матеріалів, та зростанню вартості конструкції. Конструктивні заходи, що направлені на задоволення однієї вимоги, перешкоджають виконанню інших. Тому доводиться приймати компромісні рішення, які базуються на обмеженні одних якостей конструкції, щоб підвищити інші, більш важливі. Якщо основна функція не виконується повністю, то можемо сказати, що відсутній позитивний результат конструювання.



Мал. 3.19. Варіанти конструкцій ножиць.

**Рішення.** Конструкції ножиць з ексцентриковим механізмом (див. мал.2.3. б), та шарнірним чотирьох ланковим механізмом (див. мал.2.3. а), складні, мають багато деталей. Тому, для виготовлення вибирають ножиці варіанту (див. мал.2.3. в.).

**Вправа.** Наведені кінематичні схеми механізмів перетворення руху. Необхідно вибрати виходячи з технологічних міркувань оптимальний варіант схеми майбутньої демонстраційної моделі.



Мал. 3.20. Кінематичні механізми:

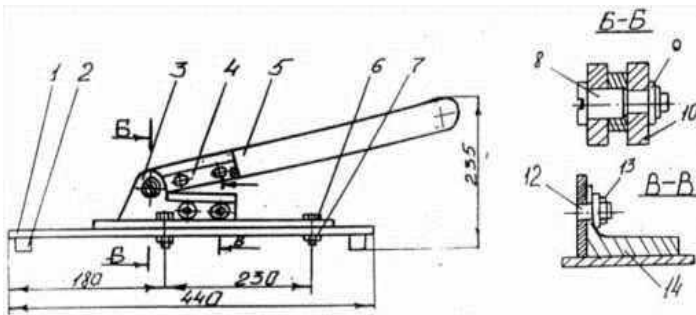
а, б – кривошипно-шатунні механізми. в – ексцентриковий механізм.

**Завдання № 2.** Вибрати основні розміри конструкції.

Об'єкт для розв'язання задачі. Важільні ножиці прийняті до виготовлення.

**Методичні рекомендації.** Після вибору оптимального варіанту принципової схеми конструкції, переходять до визначення її основних розмірів. Під основними розмірами розуміють: розміри, що визначають пристрій у цілому. Розміри конструкції є функцією його призначення. При визначенні окремих розмірів виходять з заданих в умові задачі даних, а також з естетичних вимог і необхідності забезпечити пропорційне співвідношення розмірів всіх деталей. Розміри деталей можуть бути визначені по конструктивним і технологічним міркуванням. Таким чином, при виборі розмірів конструкції завжди повинні враховуватись такі критерії, як правильне функціонування, простота виготовлення та обслуговування, зовнішній вигляд.

**Рішення.** Основними розмірами основи (плити) ножиць є довжина та ширина (див. мал.), які визначають виходячи з міркувань стійкості конструкції.



Мал. 3.21. Складальне креслення важільних ножиць: 1 – основа, 2-ніжка, 3-кроншейн, 4- ніж рухомий, 5-важіль ножовий, 6-болт, 7,13-гайки, 8-вісь, 9,14-шайби, 10-кронштейн лівий, 11- ніж нерухомий, 12-гвинт.

Товщину вибирають з урахуванням наявності матеріалів та їх економії. У конструкції, що розглядається, плита має чотири опори. Необхідно вибрати таку схему, яка дозволяла б рівномірно розподілити навантаження на всі опори. По відомим формулам технічної механіки знаходять координати центра тяжіння конструкції. Лінія дії рівнодіючих прикладених усіх сил, повинна пройти через точку перетину діагоналей прямокутника (основи). Значення точного положення центру ваги важливо при компонованні деталей та вузлів технічного пристрою. По конструктивним міркуванням назначають розміри кронштейну, ножів і підбирають кріпильні стандартні деталі.

**Вправа.** Самостійно обґрунтуйте вибір основних розмірів свердлильного (НС-12м) та токарно-гвинторізного (ТВ-4) станків, виходячи з міркувань стійкості.

### 3.9. Вибір геометричної форми та матеріалів конструкції, вибір способів з'єднання її деталей

При виборі форми деталей пристрою, необхідно врахувати відповідності форми виробу функціональному призначенню, конструкційний матеріал деталі, способи з'єднання та виготовлення деталей. При чому, слід пам'ятати, що не завжди форма деталі пристрою вимагає вибору матеріалу, але і

конструкційний матеріал і спосіб виготовлення обумовлює вибір геометричної форми. Таким чином, при конструюванні пристрою необхідно враховувати взаємообумовленість, взаємозв'язок матеріалу, форми деталей, та способу їх виготовлення). Вибір матеріалу при конструюванні пристрою здійснюється з урахуванням фізико-механічних та технологічних властивостей.

**Рішення.** При виборі геометричної форми деталі (ножиць) користуються наступними міркуваннями. Більша частина деталей ножиць має самі прості геометричні форми (плоскі, циліндричні та їх сполуки). Плоскі та циліндричні поверхні деталей легше, швидше, дешевше отримувати на станках, що є у майстернях. Виходячи з цього вибрана плоска форма для основи важеля та ножів, і циліндрична для вісі, гвинтів та болтів. Для кронштейнів вибраний стандартний, нерівнобічний кутник. Геометричні форми деталей ножиць відповідають функціональному призначенню. Усі деталі можна виготовити в умовах навчальних майстерень. З'єднання виготовляють за допомогою стандартних кріпильних деталей. Вибір матеріалу деталей відбувається з урахуванням функції, що виконується, а також економічних міркувань (вартості) та можливостей їх придбання. Для деталей ножиць вибрані конструкційні матеріали СТ-2, СТ-3, сталь-45, У-8а.

**Вправа.** Самостійно обґрунтувати вибір геометричних форм, та конструкційного матеріалу типових деталей станків: НС-12н, та ТВ-4.

Вид з'єднання деталей визначається функціональним призначенням, умовами експлуатації, формою та матеріалом деталей конструкції, що з'єднуються.

Щоб технічно грамотно вибрати той чи інший вид з'єднання деталей, необхідно добре знати технічні характеристики кожного виду з'єднання, область його використання, спосіб його здійснення, переваги та недоліки. Раціональний варіант з'єднання деталей вибирається також з урахуванням матеріально-технічних можливостей навчальних майстерень.

Практичне виконання з'єднання тим, чи іншим способом розширює пізнання про з'єднання деталей, допомагає



формуванню уміння та розв'язання такого виду особливих конструкторських задач.

**РІШЕННЯ:** Варіанти деяких можливих способів з'єднання вказані у таблиці № 5.

**ВИБІР СПОСОБУ З'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ. Таблиця 2.5**

Деталі, що з'єднують	З'єднання			Варіант з'єднання з урахуванням можливосте й майстерні
	Болтове	Гвинтове	Зварне	
Основа та ніжки	+	+	+	<b>Гвинтове</b>
Основа та кронштейн	+	+	+	<b>Болтове</b>
Кронштейн та важіль	+	+	-	<b>Болтове</b>
Важіль та рухомий ніж	+	+	-	<b>Гвинтове</b>
Нерухомий ніж та кронштейн	+	+	+	<b>Гвинтове</b>

Деталі ножиць з'єднані між собою вибраним способом повинні виконувати окремі функції, мати необхідну міцність, не руйнуватись під впливом діючих на них сил. Розміри деталей, що надають міцність або жорсткість встановлюються розрахунками, нижче наводяться приклади деяких розрахунків, що здійснюються у наступному порядку:

1. Визначають силу різання:  $P=0,58^2\sigma$  в/tg де – товщина листового матеріалу у мм,  $\sigma$  – межа міцності матеріалу, Н/мм а – кут стулки ріжучих кромки, град.

Вибирають величину  $S$ ,  $a$ ,  $\sigma$  для даного конструкційного

матеріалу.

Сила різання прикладена до кінця рухомого ножа на відстані 100 мм, від шарнірної опори важеля.

2. Приймають значення зусилля  $3 \times 10$  Н прикладені до важеля на відстані 860 мм від точки прикладання сили різання. Визначають реакцію опори важеля .

Будують схему навантажень, що діють на важіль, та епюру згинаючих поверхонь. З епюру знаходять максимальний згинаючий момент.

Обраховують необхідні розміри перерізу важеля виходячи з умов міцності на згин:  $M = \max, /Wz/ < / \sigma / i$  напруження на згин, що допустимий  $W$  – момент опору згинанню (для прямокутного перерізу)  $bh^2 / \sigma /$ .

Прийнявши ширину перерізу важеля  $b = 10$  мм, визначають його висоту,  $h = 39$  мм.

Обраховують необхідний діаметр вісі з умови міцності на зріз по формулі з курсу опору матеріалів. Розміри інших деталей ножиць призначають згідно конструктивних та технологічних міркувань.

### **3.10. Етапи оформлення раціоналізаторської пропозиції**

Основною ознакою раціоналізаторської пропозиції є: технічне рішення; локальна новизна; корисність.

Технічне рішення є обов'язковим та головною ознакою рац. пропозиції. Технічне рішення задачі повинне визначатися зміною конструкції вибору, технологій виробництва та стосуватись техніки або складу матеріалів та містити не просту задачу, а конкретні вказівки, якими засобами техніки можна досягти бажаного результату.

Новизна є одним з основних ознак раціоналізаторської пропозиції. Згідно Положення про рац. пропозиції – пропозиція вважається новою для виробництва, якому воно подано, якщо не подана заява по встановленій формі дане або таке ж рішення:

- не використовувались на цьому виробництві, крім випадків, коли рішення використовувалось по ініціативі автора на протязі не більше трьох місяців до подачі заявки;

- не була передбачена наказами або розпорядженнями адміністрації, не було розроблено технічними службами цього виробництва, або не було заявлено іншою особою, якому належить пріоритет згідно Положення;

- не було рекомендовано вищою інстанцією або опубліковано у інформаційних виданнях по поширенню передового інформаційного досвіду у названій галузі;

- не передбачено обов'язковими для виробництва нормативами (стандартами, нормами, технічними умовами та ін.);

Згідно Положення для пропозиції раціоналізаторським автор повинен подати письмову заявку з описом сутності пропозиції. При необхідності до заявки додаються графічні матеріали (креслення, схеми, ескізи та ін.), техніко-економічні розрахунки, додаються додаткові відомості по пропозиції. Надані матеріали повинні містити дані, достатні для практичного втілення пропозиції.

Складання, подача та розглядання заявки на раціоналізаторську пропозицію повинна складатися відповідно до Вказівок про порядок укладання подачі та розглядання заявки на раціоналізаторську пропозицію.

Заявка на раціоналізаторську пропозицію оформляється автором на бланку форми Р-1. Подача заявки по цій формі – необхідна для закріплення пріоритету заявленої пропозиції. У заяві не повинно бути виправлень та неохайносте й, що змінюють суть пропозиції та ускладнюють його правову оцінку. У ній вказують найменування пропозиції, всі співавтори, відомості про них: прізвище, ім'я, по батькові, місце роботи (навчання), посада (профіль навчання), освіта, рік народження.

У розділі «Опис пропозиції» викладаються недоліки існуючої конструкції вибору, технології виробництва, техніки що використовується, матеріалів, а також мету удосконалення, ретельний опис технічного рішення та відомостей про

економічний чи інший позитивний ефект при його використанні.

Удосконалення конструкції виробу може характеризуватись, наприклад, змінами у конструктивному виготовленні деталей, складальних одиниць, блоків, у їх взаємозв'язку, взаємоположенні та відповідності, геометричних форм та матеріалах, з яких виконуються деталі, складальні одиниці.

Удосконалення технології виробництва може характеризуватись зміною у прийомах, послідовності проведення технологічних операцій, параметрах режимів (температури, тиску та ін.) використаних пристосуваннях, обладнанні, що приймають участь у виробничому процесі.

Заява на раціоналізаторську пропозицію подається тому виробництву, до діяльності якого відноситься пропозиція, незалежно від того, працює автор пропозиції на ньому, чи ні. Практично вона передається у БРІВ інженеру по винахідництву або в патентний підрозділ.

Надана заява проходить попередню перевірку для з'ясування, відноситься або ні дана пропозиція до профілю виробництва, вірності оформлення автором заяви по встановленій формі та змісту пропозиції. Якщо попередньою перевіркою буде встановлено, що у заяві мається декілька рішень, то необхідно запропонувати автору у 15 денний строк подати заяву на кожне рішення окремо. Якщо у результаті розподілу сутність рішень не змінилась, пріоритет виділених рішень встановлюється по первинному поданню заяви. У випадку коли попередньою перевіркою встановлена невідповідність вимогам вказаних документів, заява вертається автору з письмовою мотивацією відмову у реєстрації. Якщо заява відповідає вимогам Положення та Вказівок, вона реєструється в журналі по формі №Р – 4 у день надходження незалежно від прийнятого після того рішення. На заяві проставляється номер такий як журналі реєстрації та дата його надходження.

Те, що не відноситься до діяльності виробництва у пропозиції, і повертається автору і не реєструється в журналі. При незгоді автора з відмовою у реєстрації заяві він може обжалувати цю відмову керівнику виробництва. На зареєстровану пропозицію

автору видається довідка за формою №Р – 3.

Суть реєстрації заяв на раціоналізаторську пропозицію полягає у наступному: підтверджується факт прийняття пропозиції до розгляду, фіксується пріоритет пропозиції; з часу реєстрації виникає обов'язок виробництва у розгляді пропозиції, він стає офіційним документом виробництва, яке не віддається на руки автору.

Після реєстрації заяви до внесення рішення про визнання пропозиції раціоналізаторською або його відхилення автор (автора) можуть доповнити або змінити опис пропозиції, креслення, схеми, ескізи, не змінюючи суть пропозиції. Зміна суті пропозиції розглядається як подача першої пропозиції.

Заява на рац. пропозицію згідно Положення повинна бути розглянута і по ній має бути прийняте рішення на виробництві у 15 денний строк, у відомості на протязі 1,5 місяця з дня надходження. При необхідності проведення дослідної експертизи – перевірки автору повідомляється рішення на протязі 15 діб з дня остаточної дослідної перевірки.

Зареєстрована заява направляється на висновки про новизну та корисність пропозиції тим підрозділам, до діяльності якого вона відноситься ( цехи, відділи, служби та ін. ). Заяви зареєстровані у міністерстві або відомстві направляються для висновків підпорядкованим виробництвам.

На прийняте до використання рац. пропозицію, а також у випадках винесення рішення про проведення дослідної експертизи-перевірки по ньому при необхідності складається графік підготовки до використання раціоналізаторських пропозицій та винаходів по формі №Р – 6.

Графік затвердження керівником виробництва і направляється відповідальним виконавцем. У графіку «примітка» вказується номер та дата наказу або розділ плану, яким передбачено виконання робіт, визначених графіком.

Факт використання рац. пропозицій оформляється актом по формі №Р – 2.

Після винесення рішення про призначення пропозицій та прийняття її до використання автору видається посвідчення на

раціоналізаторську пропозицію по формі затвердженій наказом Держкомітету по винах, яке підтверджує визнання пропозиції раціоналізаторським, дату його подачі, та авторство. При наявності співавторів посвідчення видається кожному співавторові, з вказівками прізвищ кожного співавтора. Посвідчення видається виробництвом, що прийняло указану пропозицію до виробництва.

### **3.11. Етапи складання заявки на винахід**

Основним документом по методиці складання заявки на винахід є **«Правила складання і подання заявки на винахід та заявки на корисну модель»** розміщені на сайті Укрпатенту.

Автор винаходу спроможний вимагати або визнання за ним тільки авторства з передачею державі виключних прав на використання винаходу, або не тільки визнання, а й надання виключних прав на винахід.

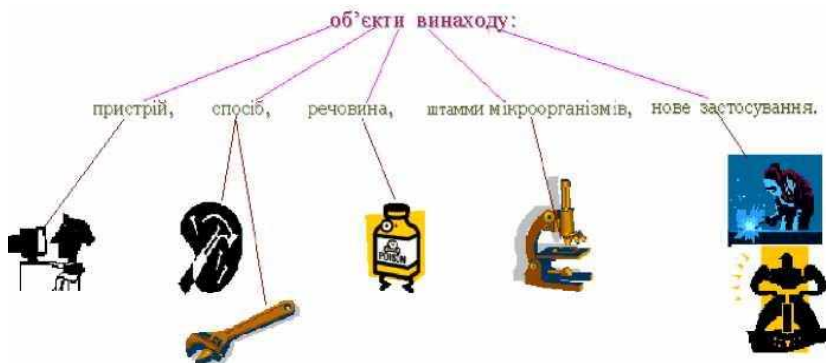
У першому варіанті йому **видається авторське свідоцтво**, у другому – **патент**. ПАТЕНТ – це документ, що затверджує пропозицію про винахід, підтверджуючий виключне право його володаря на винахід.

ЗАЯВНИК – це особа, що подала заявку на винахід. Заявка може бути подана від колективу авторів або організації, при цьому кожен автор отримає «Авторське свідоцтво».

Розглянемо формулювання терміну винахід що дається у **«Правилах складання і подання заявки на винахід та заявки на корисну модель»**.

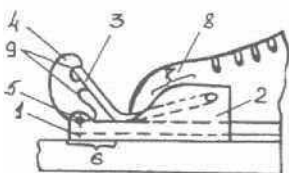
Винаходом визнається нове та має суттєві відмінності технічне розв'язання улюбій галузі господарства, соціально-культурного будівництва або оборони країни, даючи **позитивний ефект**.

Існує п'ять видів можливих об'єктів винаходу: об'єкти винаходу: пристрій, спосіб, речовина, штамми мікроорганізмів, нове застосування.

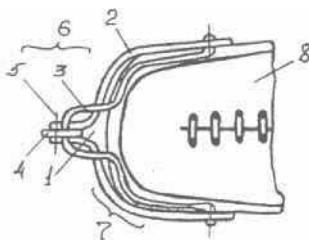


Мал. 3.22. Об'єкти винаходу

Наприклад, у заявці на винахід ми описуємо лижне кріплення. Характеризуємо його як певний пристрій, що складається з основи дужки та замка, певним чином використаних та взаємно розташованих між собою. Відмінність цього кріплення від усіх останніх, є розміщення замка безпосередньо на основі кріплення, у передній частині.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Мал. 3.23. Приклад ескізу

Ознаки, що забезпечують позитивний ефект: підвищення надійності та зручності в експлуатації. Новизна визначається у порівнянні аналогічних винаходів. Новизна, виявлена по відношенню до існуючого світового рівня техніки, називається світовою або абсолютною новизною.

Патентний пошук по заданій темі винаходу проводиться у патентних бібліотеках при виробництві та бібліотеках наукових закладів, центрах науково-технічної інформації, Інтернеті.

### **Міжнародна класифікація винаходів**

Всі винаходи класифікуються по класах, що дає змогу упорядкувати розподіл технічних рішень, які містять опис

винаходів, по тематичним рубрикам.

На сьогоднішній час в Україні, Росії, Франції, Великобританії, США, Японії та ряді інших країн прийнята

Міжнародна класифікація винаходів

Основні області технічної діяльності діляться на 8-м розділів:

### **Україна**

- РОЗДІЛ А – ЖИТТЄВІ ПОТРЕБИ ЛЮДИНИ
- РОЗДІЛ В – ВИКОНУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ.

### **ТРАНСПОРТУВАННЯ**

- РОЗДІЛ С – ХІМІЯ. МЕТАЛУРГІЯ
- РОЗДІЛ D – ТЕКСТИЛЬ. ПАПІР
- РОЗДІЛ Е – БУДІВНИЦТВО
- РОЗДІЛ F – МАШИНОБУДУВАННЯ. ОСВІТЛЮВАННЯ. ОПАЛЮВАННЯ. ЗБРОЯ. ПІДРИВНІ РОБОТИ
- РОЗДІЛ G – ФІЗИКА
- РОЗДІЛ H – ЕЛЕКТРИКА

### **Росія**

• Раздел А – УДОВЛЕТВОРЕНИЕ ЖИЗНЕННЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

• Раздел В – РАЗЛИЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ; ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

- Раздел С – ХИМИЯ; МЕТАЛЛУРГИЯ
- Раздел D – ТЕКСТИЛЬ; БУМАГА
- Раздел Е – СТРОИТЕЛЬСТВО; ГОРНОЕ ДЕЛО
- Раздел F – МАШИНОСТРОЕНИЕ; ОСВЕЩЕНИЕ; ОТОПЛЕНИЕ; ДВИГАТЕЛИ И НАСОСЫ; ОРУЖИЕ И БОЕПРИПАСЫ; ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

• Раздел G – ФИЗИКА

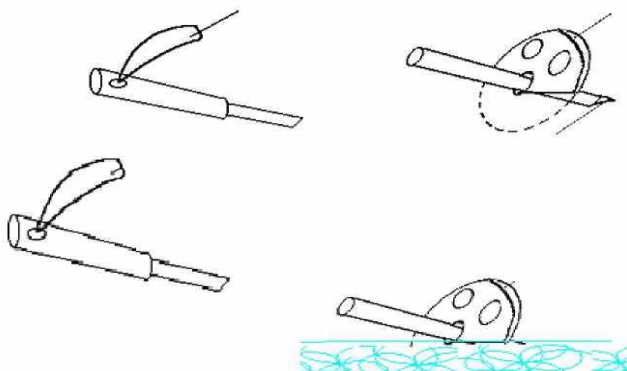
• Раздел H – ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Кожний розділ може містити по 99 класів, що поділяються на підкласи, які позначаються прописними приголосними буквами латинського алфавіту. Підкласи діляться на групи котрі позначаються непарними цифрами, що дає можливість розширювати кожну з рубрик. Розглянемо приклад.

Винахід «Лижна палка» винахідників І. Ахо та Е. Ойя запатентований ними у СРСР (патент СРСР № 583716), де



опорний елемент виконано у вигляді сектора, закріпленого на ній зі сторони ручного ремня, така конструкція забезпечує краще зчеплення з снігом.



Мал. 3.24. Винахід «Лижна палка»

По міжнародній класифікації цей винахід слід шукати у алфавітно-предметному покажчику по розділу А та по розташованому у його кінці заголовку знаходимо:

Клас А 63. Спорт, ігри, масові розваги

Підклас С. Ковзні, роликові ковзани, лижі та ін.

На сторінці 118 читаємо що винахід стосується лижних палок, зареєстрованих по класу А 63 С 11/22, де /А- розділ, 63- клас, С- підклас, 11- група та 22 підгрупа.



Мал. 3.25. Пошук прототипів в Інтернеті.

Патентний пошук по заданій темі винаходу проводиться у патентних бібліотеках при виробництві та бібліотеках наукових закладів, центрах науково-технічної інформації, Інтернеті.

Офіційні сайти Укрпатент, Роспатент – огляд рефератів, описів, фігур.

Сайт FindPatent.RU особливо зручний, видає по ключовому слову огляд рефератів, описів, фігури.

Укладення заявки на винахід виконується згідно норм документа «Вказівки з складання заявки на винахід»

У чому полягає мета заявки на винахід? По-перше, ясно викласти суть технічного рішення. По-друге, показати, що назване рішення відповідає вимогам, висунутим до винаходу: має суттєві відмінності від попередніх рішень, новизною та корисністю. У набір документів, що складають матеріали заявки на винахід, входять заява на видачу авторського свідоцтва, опис формули винаходу, креслення та ряд додаткових документів.

Розглянемо опис винаходу «Лижне кріплення» по авторському свідоцтву №629942 зв'язане з переносом замка дужки безпосередньо на основу.

Перший розділ опису – назва винаходу – «Лижне кріплення». Далі вказують класифікаційний індекс А 63 С 9/22.

Наступний розділ – «Галузь техніки, до якої відноситься винахід, та переважна область його використання». Таким чином «Винахід відноситься до лижних кріплень». Далі слід визначитись з термінами «аналог та прототип винаходу». Аналогом винаходу вважається найбільш близьке по суті технічне рішення із відомих із відомих в момент укладання заявки. У тексті заявки звичайно посилаються на один з них. Прототип – вибирають найбільш близьке по технічній суті та по позитивному ефекті рішення з числа аналогів. Розглянемо у якості аналога любі кріплення, що містять скобу та пружину дужку, шарнірно вставлену у її щічках. Таких кріплень багато, до цього ж не у всіх мається фіксатор на окремі вісі: у ряді випадків конструкція дужки або щічок не потребує введення окремого фіксатора. Таким чином аналогами вибираємо винаходи по авторському свідоцтву № 673288, № 97640 (скоба з дужкою; фіксатора немає, його роль

виконує сама дужка).

Прототип повинен співпадати з запропонованим винаходом по найбільшому числу ознак.

Вибираємо з двох винаходів: А. С. № 976640 та А. С. № 673288 . У обох співпадають з нашим винаходом три ознаки: наявність скобки з щічками, шарнірно закріплені в них дужки та фіксатор. Аналог поступається прототипу та співпадає лише по двох ознаках (скобі та дужці) авторське свідоцтво № 426666.

Наступний розділ заяви на винахід «Формула винаходу» де перераховуються суттєві ознаки, загальні для заявленого об'єкту та прототипу. Потім викладається мета винаходу та головна частина формули, що відрізняє (порівнюючи) з прототипом пропоноване рішення (оригінальність рішення). Так формула розглянутого «Лижного кріплення» буде виглядати наступним чином. Формула винаходу. Лижне кріплення, що містить скобу з щічками, у яких шарнірно змонтована пружинна дужка, та фіксатор дужки, встановлений з можливістю обертання у повздовжній вісі лижі, відрізняється тим, що з метою підвищення зручності у користуванні фіксатор шарнірно встановлений на вісі, розміщений у передній частині скоби.

Тепер вернемося до складання опису. Розглянемо розділ: «Характеристика аналогів винаходу» .

У ході пошуку ми вибрали три аналога, у двох з яких у пропонованому винаходу співпадає три ознаки (скоба, дужка та фіксатор – А.С № 97640, № 673288) та у одному (А.С №426666) дві ознаки: скоба та дужка.

Один з аналогів ми вже використовували у якості прототипу – авторське свідоцтво № 97640 з трьома ознаками, що співпали. Про два інших напишемо загальною фразою, нагадавши тільки загальні для них обох та нашого винаходу дві ознаки.

Характеристика аналогів винаходу. Відомі лижні кріплення, що містять скобу з щічками, у яких шарнірно змонтована пружинна дужка (див., приклад, А. С № 426666 за 1974р. по класу А 63 с9/10). Головне тут – логічно перейти до прототипу, додавши ще одну співпадаючу ознаку та записавши його у наступному розділі.

Характеристика прототипу. Найбільш близьким до заявленого об'єкту по технічній сутності є лижне кріплення, що містить скобу з щічками, у яких шарнірно змонтована пружинна дужка та фіксатор дужки, встановлений з можливістю повороту у повздовжній вісі лижі.

Таке формулювання перейде у обмежувальну частину формули винаходу. У нашому варіанті укладення опису, коли формула винаходу вже готова, даний розділ просто списаний з її обмежувальної частини. При бажанні цей розділ можна доповнити, роз'яснити роботу кріплення прототипу, але не критикуючи його, тому що для цього передбачений спеціальний розділ – «Критика прототипу» .

Критика прототипу. Проте у названому кріпленні мається цілий ряд недоліків головним з яких є незручність суміщення фіксатора та дужки при установленні та експлуатації кріплення. Така незручність виникає через незалежне розміщення на лижі скоби кріплення та основи фіксатора, що ускладнюють взаємну орієнтацію яка необхідна для правильного попадання передньої частини пружної дужки у прорізі фіксатора. У процесі експлуатації кріплення за рахунок виникаючих у закріплювальних деталях зазорів взаємо орієнтація фіксатора та дужки, забезпечується при встановленні, порушується, що у ще більшій мірі ускладнює користування кріпленням.

Така критика прототипу дає нам змогу підійти до мети винаходу. Формуючи мету винаходу треба показати, що реалізація винаходу веде до задоволення конкретної суспільної потреби.

Мета винаходу. Метою винаходу є підвищення зручності конструювання кріпленням.

Наступний розділ досить формальної властивості: «Сутність винаходу та його відмінність від прототипу» . Досвідчені винахідники просто списують цей розділ з формули винаходу, вилучивши мету, починаючи з слів: «відрізняються тим, що з метою...» – та зберігши у первинному вигляді обмежувальну та ту частину, що відрізняє винахід.

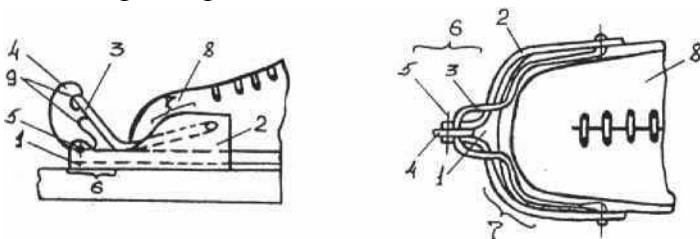
Сутність винаходу та його відмінність від прототипу.

Означена мета досягається у тому, що у лижному кріпленні, яке містить скобу дужки, встановлений з можливістю повороту у повздовжній площині лижі, фіксатор шарнірно встановлений на вісі, що розміщується у передній частині скоби.

Єдина ознака, що відрізняє наш винахід від попередніх – це нове розміщення фіксатора. Це означає, що «відбивши» її за будь – яких міркувань експертиза відхилить і весь винахід. Тому бажано мати ще якусь ознаку яку ми могли б ввести у вигляді додаткової підстави, загальної для скоби та фіксатора.

Для винаходів, об'єктом яких є будова, обов'язковий розділ «Перелік фігур графічних зображень» . Фігури нумеруються арабськими цифрами; коротке пояснення необхідно давати до кожного з них. Якщо фігура одна – обходяться без нумерації. У нашому випадку, очевидно, необхідно дати мінімум дві проекції кріплення (мал. 3.26).

Перелік фігур графічних зображень. На кресленні зображені дві проекції запропонованого пристосування, встановленого на лижі позначають фіг.1, фіг 2.



Мал. 3.26. Перелік фігур графічних зображень (фіг.1, фіг 2).

На кресленнях бажано зображати усі основні деталі та вузли пристосування, показати їх взаємозв'язки, виключивши різні тлумачення технічної сутності винаходу. Вузли та деталі позначаються цифрами (мал. 3.26), які потім використовуються в тексті опису для посилання на них.

«Звернення» до креслень відбувається у наступному розділі опису винаходу: «Приклади конкретного виконання» . Цей розділ поділяється на дві частини: у першій пристрій описується у статичному стані, докладно, з посиланням на креслення, де

викладається конструкція пристосування.

У другій частині описується робота пристрою, у нашому випадку ця частина не потрібна, обмежимося декількома фразами. У названому розділі «Приклади» повинні бути прокоментовані усі подані у формулі модифікації.

Приклади конкретного виконання. Кріплення містить скобу 1 ( фіг. 1. 2 ) зі щічками 2; у отворах щічок шарнірно-змонтована пружинна дужка 3. Фіксатор 4 встановлений на вісі 5, розміщений у передній частині 6 скоби 1 поза межею кріплення черевика. Профіль 7 (фіг. 1) щічок 2 забезпечує безперешкодне переміщення дужки 3 у робочих межах. Кріплення вісі фіксатора може відбуватись між продовженнями щічок 2 або будь-яким другим чином.

Кріплення працює наступним чином. Черевик 8 встановлюється на основі скоби 1 між щічками 2 та фіксується будь-яким можливим способом: шипами, упорами тощо. Після цього піднята у верх дужки 3 опускається та її передня частина розміщується в одному з пазів 9 фіксатора. Виведення черевика з кріплення відбувається у зворотному порядку.

Наступний розділ опису «Техніко-економічна або інша ефективність» .

Розділ повинен показати актуальність використання запропонованого рішення у народному господарстві, реальні вигоди що очікуються від його впровадження.

Техніко-економічна ефективність. Використання винаходу дозволить, у першу чергу, виключити принципові недоліки кріплень, що випускаються сьогодні промисловістю з роздільним розміщенням скоби та основи фіксатора. Зокрема, спроститься встановлення та підготовка кріплень, підвищиться довговічність лижного приладдя, що забезпечить значну економію часу та коштів на місцях його масового використання – на лижних базах, у домах відпочинку та пансіонатах, навчальних закладах та інше. Наряду з цим спростовується технологія виготовлення кріплення, зменшиться номенклатура його деталей, що також може призвести до значної економії. Збільшення надійності, завдяки запропонованій конструкції, призведе до покращення результатів

у лижних змаганнях.

Останній розділ опису – «Формула винаходу» . Його ми вже склали раніше. Крім опису, у заявку на винахід входить ще ряд документів, які ми тільки перелічуємо та коротко коментуємо. Досить важливі документи, ще розкривають додатково сутність винаходу.

У нашій країні більшість заявок на винахід подається від імені організацій, де вони створені. У цьому випадку авторам бажано користуватись допомогою патентних підрозділів своєї організації. З цією метою доцільно скласти і прикласти до заявки акти випробувань винаходу, обов'язково скласти висновки про корисність, що підтверджує працездатність та позитивний ефект про використання винаходу.

Другий документ – «Довідка про творчу участь співавторів» , у якій необхідно чітко відбити, ким з співавторів що зроблено. Простіше всього буває розділити між ними суттєві відмінні ознаки – якщо їх не хватає.

Необхідно пам'ятати, що це довідка про творчу участь, тому допомога у оформленні креслень, виготовленні макетів пристрою тут не ураховується. У цій довідці, приводиться (по спільній згоді авторів, що її підписали) розподілення винагороди, що передбачається – відсоток участі проставляється проти прізвища кожного співавтора.

Останній документ – це реферат, що містить коротке викладення матеріалів заявки.

## Розділ 4. Проектування та виготовлення бумерангів

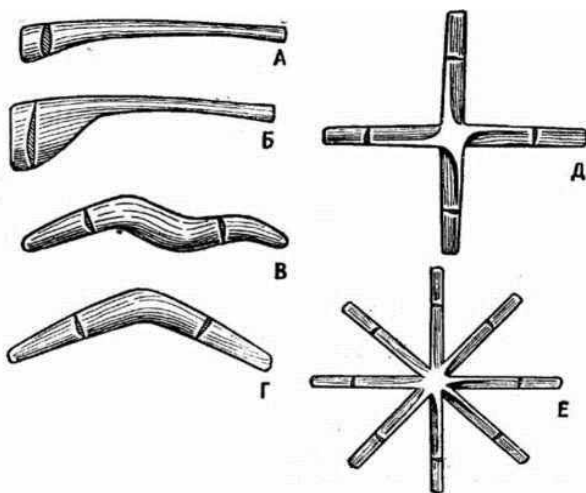
### 4.1. Форми і розміри бумерангів

Бумеранги можуть бути виконані в нескінченній різноманітності форм і розмірів. Бумеранги можуть бути виконані в традиційній V-подібній формі, також, можна зустріти бумеранги особливих форм, і навіть у вигляді букв алфавіту. Принаймні, один з виробників бумерангів створив незвичайні зібрання бумерангів, кожен з яких виконаний у вигляді певної букви алфавіту, від А до Я. Деякі з бумерангів виконуються у вигляді людей або тварин, а також, у вигляді різних не існуючих фігур. Так само, як і форми, розміри бумерангів можуть бути різними, від п'яти дюймів до трьох футів завширшки. Бумеранги для новачків. Для тих, хто ніколи раніше не метав бумеранги, рекомендується почати з традиційної, V-подібної форми бумерангів, або використовувати для того, щоб навчитися, три планкові бумеранги. Подібного роду бумеранги, а також інші бумеранги, які спеціально призначені для новачків, недостатньо важкі, тому, немає необхідності в дуже сильному кидку. Проте, через те, що ці бумеранги легкі, їх не варто метати у вітряну погоду. Бумеранги для новачків допоможуть вам навчитися і поліпшити вашу техніку метання перед тим, як почати займатися з важчими, так би мовити проміжними бумерангами. Відстань, на яку можуть відлетіти такі бумеранги, складає від десяти до п'ятнадцяти метрів. Бумеранги для середнього рівня підготовки (проміжні бумеранги). Варто сказати, що бумеранги, які використовуються при середньому рівні підготовки, це, так звані, проміжні бумеранги, можуть бути практично будь-якої форми. Як правило, ці бумеранги декілька важчі, ніж бумеранги для початківців. Для того, щоб правильно поводитися з такими бумерангами, необхідний сильніший і різкіший кидок. Зате, бумеранги для середнього рівня підготовки будуть досить добре літати у вітряну погоду. Деякі з подібного роду бумерангів підходять тільки для тих, у кого є достатньо хороша техніка кидка. За допомогою таких бумерангів можна створювати різні



траєкторії польоту, залежно від того, як саме був кинутий бумеранг. Такого роду бумеранги можуть летіти вже на відстань від тридцяти до п'ятдесяти метрів.

Бумеранги для змагань можуть бути абсолютно різної форми. Форма бумеранга безпосередньо залежить від того, яку траєкторію польоту хоче добитися металник. Вага бумерангів для змагань, також, може достатньо сильно відрізнитися. Бумеранги для змагань з маленькою вагою, призначені для того, щоб бумеранг залишався в повітрі як можна більше. А ось важкі бумеранги для змагань, створені спеціально для того, щоб літати на достатньо довгі відстані до того, як повернутися до металника. Яким чином летить бумеранг надзвичайно важливо. Все залежить від безпосередньо самого бумеранга. Для того, щоб добре і успішно поводитися з будь-яким видом бумеранга, навіть з бумерангом для початківців, необхідний деякий досвід. Трохи потренувавшись, ви вже будете цілком упевнено володіти бумерангом.

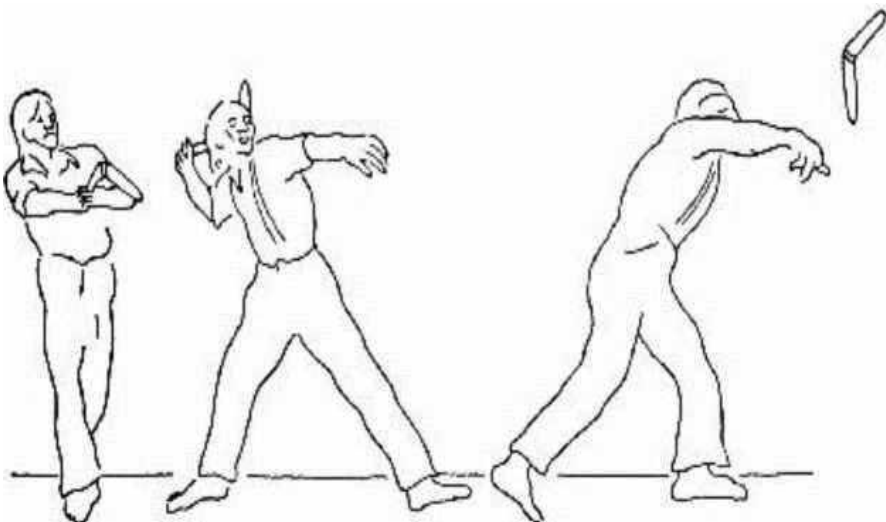


Мал.4.1. Різні типи бумерангів: А – бойовий прямолітаючий бумеранг; Б – бумеранг «піль-піль»; В – бумеранг «кайлі» (при метанні проти вітру, обидва ці бумеранги здатні повертатися до металника); Г – мисливський бумеранг, що повертається; Д і Е – багатолопатеві бумеранги, що повертаються.

Політ бумеранга – це приголомшливе видовище. При сильному кидку, у польоті він описує велику петлю, відлітаючи далеко вгору і вперед і повертається назад. Якщо з точно такою силою кинути камінь, то він не пролетить і третини того, скільки летить хороший бумеранг.

Спочатку, мабуть, був винайдений, як модифікація металевих палиць, бумеранг, що не повертається, – «бойовий». Його довжина близько метра, він зігнутий в набагато менше, ніж його родичі, що повертаються. Його кидають майже горизонтально, додаючи природне для кидка палиці обертання – але навколо вертикальної осі. При правильному кидку зброя летить майже паралельно землі на відстань до двохсот метрів, що забезпечує підвищену вірогідність ураження будь-якої цілі.

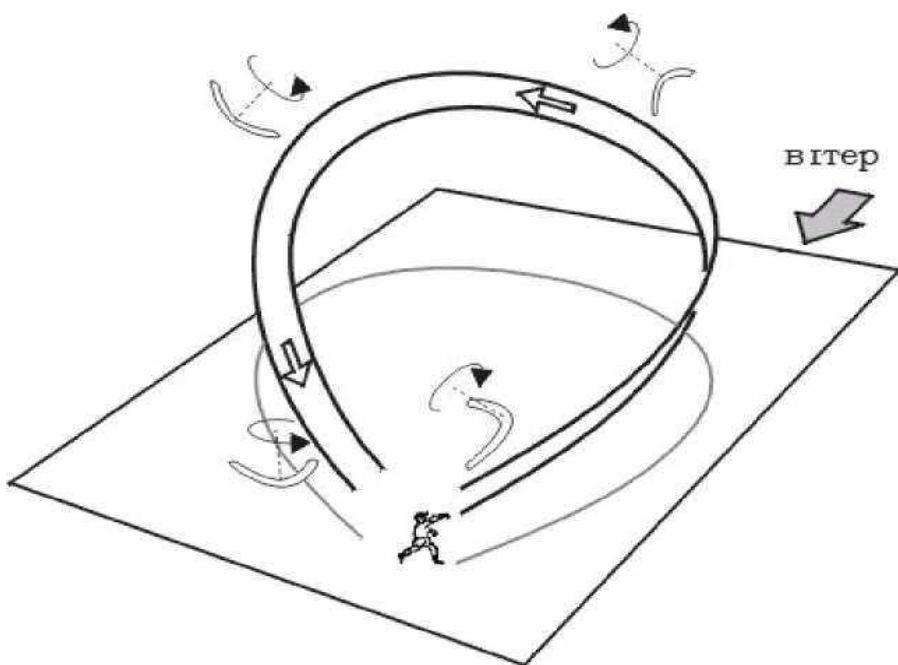
Форма бумеранга, що повертається, відрізняється від бойового більшою вигнутістю (градусів до 50), меншою відносною товщиною і близькістю профілю плечей-крил до профілю літакового крила. Розмір і вага – трохи менше, так що початкова швидкість виявляється вищою, ніж у бойового.



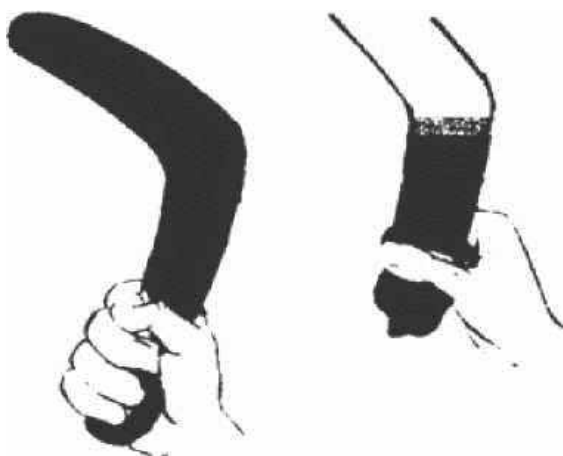
Мал.4.2. Бумерангам, що повертаються, додають обертання в (майже) вертикальній площині.

Кидають бумеранги, що повертаються, інакше, ніж бойові – обертання їм додають в (майже) вертикальній площині. Політ «бумеранга для правші» виглядає так. На початковому етапі бумеранг ухилиється вліво і одночасно нахилиється направо.

У якийсь момент він майже лягає направо і одночасно задирає передню частину кола обертання вгору, починаючи різкий рух вгору – наліво. Продовжуючи поворот наліво, він знижується і повертає до місця кидка. Якщо його не ловлять, то бумеранг пролітає далі і знову робить виток меншого розміру. У ідеалі після декількох витків він поволі опускається поблизу точки кидка, продовжуючи досить швидко обертатися – як крилате насіння клена.



Мал.4.3. Політ бумеранга. Політ бумеранга залежить від безлічі чинників: швидкості і напрямку вітру, кута кидка, майстерності металника.



Мал.4.4. Два варіанти захвату бумеранга при кидку



Мал.4.5. Упіймання бумеранга, що повернувся.

В даний час метання бумерангів різних типів є одним з найпопулярніших видів спорту у мешканців Австралії. Разом з кенгуру і іншими сумчастими тваринами, що зустрічаються тільки на п'ятому континенті, бумеранг став місцевою визначною пам'яткою. Ціла галузь австралійської промисловості зайнята виготовленням спортивних, іграшкових і сувенірних бумерангів. Вони мають широкий попит як місцевих любителів, так і численних туристів, що приїжджають до Австралії.

Але самі кращі бумеранги – кустарні; їх виготовляють найбільш досвідчені металники – віртуози цього виду спорту. Вживаний ними матеріал – головним чином викривлене коріння і сучки, але зустрічаються бумеранги з склопластику, пресованої фанери і удароміцних пластмас.

По цьому екзотичному виду спорту проводяться своєрідні чемпіонати світу, прихильників що збирають зі всіх кінців світу.

Існує сім стандартних вправ і безліч ігрових: «уловлювання плесканням», «уловлювання рукою», «уловлювання підбивом», «парне метання бумерангів», «карусель», «жонглювання», «метання з коліна», «метання сидячи», «уловлювання з «приколом» та інші. Окрім традиційних, роблять трьох, чотирьох, шестилопастеві. Вони значно легше і безпечніше за «пращура» і на відміну від нього можуть мати дві траєкторії – варто лише перевернути їх перед черговим кидком. А навчитися кидати бумеранги може будь-яка людина у віці від шести роки, всього за 15 хвилин. Запуск бумерангів як циркове мистецтво: за хвилину можна запустити і зловити невеликий бумеранг 127 разів. Дуже ефектне жонглювання бумерангами – «ножами» (зрозуміло, власній конструкції), а недавно навіть був поставлений міні-балет на льоду «Маленькі дикуни». Шість дівчаток, наряджених в шкури і пір'я, жонглюють двадцятьма бумерангами.

## 4.2. Методика конструювання та виготовлення бумерангів

Бумеранг – об'єкт для конструктора дуже складний, потрібно враховувати масу параметрів. Великий бумеранг може літати близько, а маленький – далеко. Щоб розробити методику конструювання бумерангів, ми використовували навіть формули, технології розрахунку вітрильного оснащення яхт. З авіації запозичмо форми і види профілів крил, елементи аеродинаміки і багато що інше. Ми розробили єдину в світі мішень для стандартного бумеранга, безліч цікавих проектів: бумеранг-конструктор, бумеранг-трансформер. Створено серійний ряд спортивно-ігрових бумерангів.

Бумеранг, можна використовувати і в медицині. Протипоказань до метання бумерангів – нуль. А користь для організму очевидна. Це ефективно зняття стресу, створення позитивного емоційного настрою, підтримка гнучкості хребта, формування постави, запобігання розвитку остеохондрозу і гіподинамії, комплексна координація рухів тіла, розвиток окоміру, розширення бічного поля зору, акомодация ока, розвиток відчуття траєкторних рухів об'єкту, підвищення швидкості реакції, формування образно-зорового сприйняття простору, тренінг концентрації уваги. Як відмітили учені, від регулярних занять з бумерангом у жінок поліпшується характер. Для людей з обмеженими можливостями сконструювали кімнатний бумеранг з радіусом дії один-два метра. Такий бумеранг може бути корисний і офісним працівникам: метнув роздратовано в портрет начальника і заспокоївся.

Бумеранги можна робити з дерева, пластмаси, пластика, металу, то що. Недавно зробили їстівний бумеранг. Ще один цікавий проект – «Бумеранг з...». Наприклад, з живою мухою в ролі пілота. Але один з головних винаходів – так званий пластографічний бумеранг. Простіше – силует, на який за бажання можна нанести будь-яку фактуру: текст, малюнок, символіку, прикраси. Це ідеальний рекламний носій і сувенір. Здається, що літає все: балалайка, пластикові бабки, картини, китайський

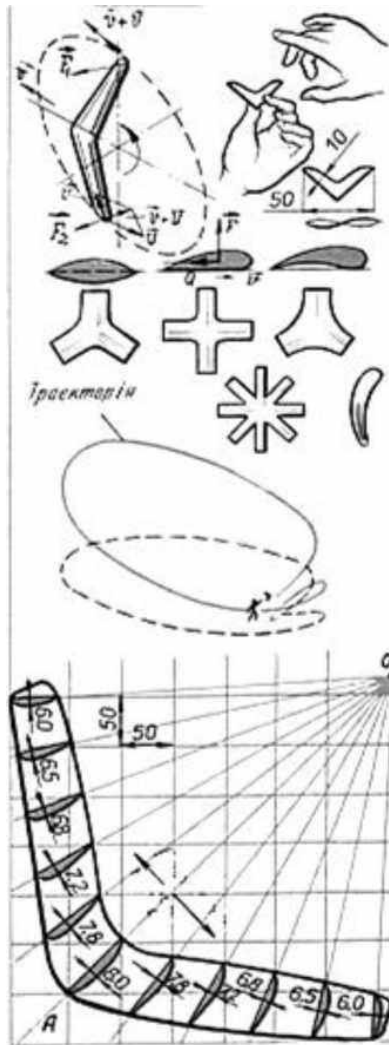
ієрогліф «Вічність», в колекції представлена майже вся історія людства: колись по малюнку зробили бумеранг з силуетом динозавра, а потім були. Літають Ніфертіті, «Серп і молот», Алла Пугачова в капелюсі, Ленін, Путін, Зюганов. Центр обертання у них на пупку. Роблять також численні «коловороти» – багатолопастеві «слов'янські» бумеранги і інші «розважалочки». – Бумеранг – парадоксальний об'єкт. У польоті він живе. – Він тобі належить і не належить. Бумеранг – це ідеальний засіб для зупинки думок, споглядання, зосередження на чому-небудь зовнішньому. Він допомагає людині перейти від стереотипного мислення і сприйняття світу, до поетично-творчого. Побачити знак у польоті бумеранга і відкрити свій символ – означає, як і тисячі років тому, освоїти світ.

Подивіться на малюнок. На нім внизу представлений один з найбільш поширених бумерангів, що повертаються. Візьміть лист щільного паперу і нанесіть на нього сітку із стороною квадрата, рівною 50 мм. Сторона бумеранга, звернена до читача, опукла. Ретельно перенесіть контури моделі з малюнка і виріжте. Ви отримали шаблон. Симетрію плечей перевірте, перегнув його по лінії ОА. Контури плечей повинні повністю збігтися.

Гумовим клеєм приклейте шаблон на лист фанери так, щоб зовнішні шари фанери були перпендикулярні вісі ОА.

Лобзиком виріжте контури плечей бумеранга. Вся подальша обробка проводиться тільки з одного боку, вказаною на малюнку. Інша сторона повинна залишитися плоскою.

Кращий і, мабуть, найдоступніший матеріал для виготовлення бумеранга – тонка фанера.



Мал.4.6. Технологія виготовлення бумеранга.

За допомогою плоского напилка і штангенциркуля добийтеся плавного зменшення товщини від середини до кінців. Зробивши це, займіться профілізацією. Це, мабуть, найвідповідальніша частина роботи. Виріжте на жерсті або тонкій фанери контршаблони для кожного перетину, вказаного на малюнку. Профілізацію виконаєте за допомогою напівкруглого і плоского



напилків, а потім всю поверхню зачистите шкіркою. Всі гострі кромки треба округляти. Поверхню плечей ретельно обробіть, від цього залежатимуть льотні якості бумеранга.

Частіше перевіряйте контршаблонами правильність отримуваних перетинів на просвіт. Дуже важливо також ретельно збалансувати бумеранг. Для цього підвісьте його на нитці, прикріпивши її на перетині ОА: жодне з плечей не повинне переважувати. Якщо одне плече виявиться важчим за інше, необхідно встановити причину. Це може бути викликано або неправильною обробкою, або неоднорідністю фанери. У першому випадку рівноваги добиваються підпилюванням важчого плеча, в другому – шляхом закладення в край легкого плеча невеликої свинцевої заклепки. Місце закладення необхідно ретельно порівняти з плоскістю плеча. Необхідну водостійкість їй можна додати, покривши поверхню плечей безбарвним лаком. Готовий бумеранг кілька разів пофарбуйте яскравою масляною або емалевою фарбою.

Категорично попереджаємо: бумеранг, що літає, представляє небезпеку не тільки для того, що сам кидає, але і для тих, що оточують його. Краще всього запускати його на великому, відкритому майданчику або лужку, видаливши глядачів на можливо більшу відстань. Щоб модель була краще видна, нанесіть на плечі яскраві смуги різних кольорів.

### **4.3. Сучасні професійні бумеранги**

Відразу ж треба відзначити, що спочатку створений далекими предками бойовий снаряд, званий бумерангом, зовсім не обов'язково повертається. Спеціальні види бумерангів взагалі не розраховувалися для виходу на зворотну траєкторію і називалися так тому, що мали основні класифікаційні ознаки – обертанням у польоті навколо поперечної вісі і подовженням дальності польоту за рахунок аеродинамічних (плануючих) властивостей. Бумеранги ж що повертаються, служили в основному для полювання на дрібних звірів і птахів. Для спортивних і розважальних цілей в даний час використовуються набагато легші «снаряди». Вони

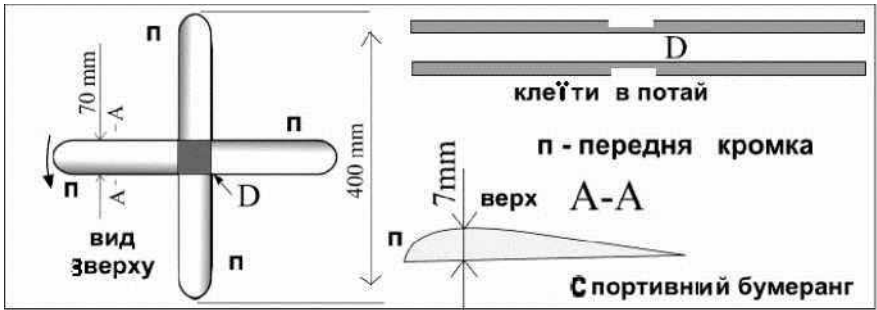
практично безпечні, хоча і при їх запусках необхідно дотримуватись деяких запобіжних засобів. Як найкращим матеріалом для виготовлення спортивного бумеранга треба визнати вільхову п'ятишарову фанеру завтовшки 6 мм (при менших розмірах, що відрізняються значно від вказаних на наших малюнках, необхідно знайти відповідно і тонший матеріал). Після обробки листової заготовки по контуру вона ретельно профілюється. До речі, від останньої операції, ретельності її виконання і точності багато в чому залежать всі льотні властивості майбутнього бумеранга, тому краще не пошкодувати часу і при невдачі узятися за роботу знову. Якщо профілізація бумеранга вийшла на «п'ять», беруться за шліфовку і лакування деревини. Фінішне оздоблення виконують яскравими масляними фарбами або нітроемалями. Якщо значних відхилень форми від вказаних на малюнках немає, додаткова відладка не потрібна. При запусках бумеранга скористайтеся практичними порадами нашої публікації, відображеними на малюнках. На закінчення – про можливі варіанти схем. Пошук цікавих рішень не обмежується лише вибором форми і розмірів. У великій мірі льотні дані залежать від матеріалу бумеранга. Так, наприклад, багатолопатева схема «ромашка» в комплексі з використанням пінопласту може привести до створення кімнатного варіанту, дальність польоту якого не перевищує трьох метрів.



Мал.4.7. Звичайний бумеранг після профілізації при виготовленні з багатошарової фанери.

Темні клейові шви по віддаленості один від одного дозволяють судити про точність профілізації і симетричність обробки обох плечей бумеранга.

Пропоную ще один варіант виготовлення досить досконалого бумеранга. У одному з джерел прочитав про виготовлення бумерангу за наведеною схемою:



Мал.4.8. Схема виготовлення і складання бумерангів.

Матеріал виготовлення – середні і важкі сорти дерева, дуб, липа, береза, бук і так далі. Фанеру насправді для цієї схеми використовувати скрутно і недоцільно. По середині у двох лопатей прорізаються пази на різних сторонах, після чого вони склеюються клеєм ПВА або столярним, загалом будь-яким достатньо міцним клеєм для дерева. Для більшої міцності можна з'єднати маленькими шурупами.

У приведеній вище англійській статті пропонують виготовити в основному Грамі – образні бумеранги. По моєму досвіду Грамі – образні бумеранги значно поступаються хрестоподібним по абсолютно всім характеристикам. Вони не так далеко літають. Кидати їх треба під строго певним кутом з однією певною силою, що б він повернувся точно назад. Час знаходження в повітрі рази менше.

Політ бумеранга це приголомшливе видовище. При сильному кидку, у польоті він описує велику петлю, відлітаючи далеко вгору – вперед і повертається назад. Якщо з точно такою силою кинути камінь, то він не пролетить і третини того, скільки летить хороший бумеранг. Бумеранг можна брати з собою на активного

відпочинок. Ви отримаєте масу інтересу від такого відпочинку. З ним можна займатися як із спортивним снарядом при заняттях фізкультурою і спортом, розвиваючи м'язи рук, координацію рухів і так далі

Запускати бумеранг, особливо спортивний, рекомендую тільки на великих відкритих майданчиках, в мало вітряну погоду, у відсутність поблизу людей. Якщо поряд знаходиться будова, то можуть бути розбиті стікла або снаряд залетить куди – не будь на дах. Вище приведені схеми аматорських бумерангів. Спортивні відрізняються великими розмірами і масою.

Як зробити ідеальний бумеранг:

- Лопаті робити ширше, оскільки це збільшує число Рейнольдса.

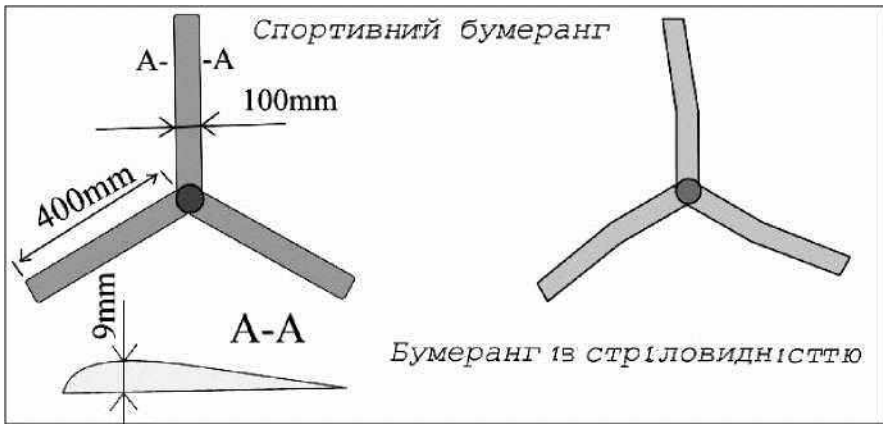
- Подовження лопатей робити більше, це понизить індуктивний опір.

- Масу концентрувати на кінцях лопатей, це збільшує запас енергії обертання.

- Зменшувати кількість лопатей, це понизить шкідливий взаємовплив лопатей.

Якщо все це зробити, то на всьому отримаєте до 20% добавки льотних даних.

Виходить схема дволопатевого прямого бумеранга, схожого на гвинт вертольота. Але дволопатевою буде абсолютно не стійкий, а застосування схеми стабілізації не виправдане. Трилопатева схема відповідає всім вимогам. Якщо додати зворотну стріловидність лопатям, то знизиться індуктивний опір на великих кутах атаки, це відбувається у момент зміни траєкторії польоту. І не втрачатиметься енергія обертання на закритичних кутах атаки. Загалом отримаєте надбавку в дальності і часі польоту 3 -8%.

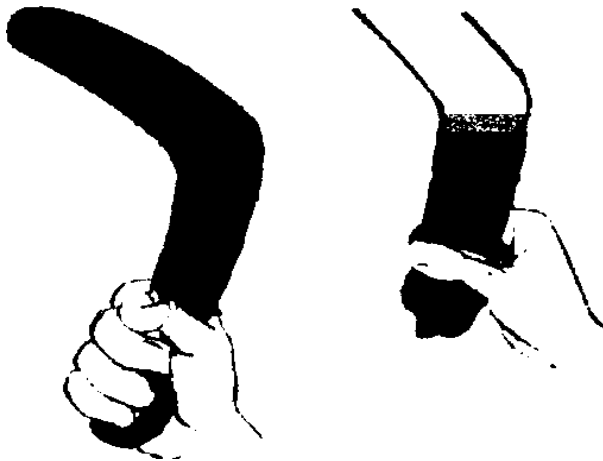


Мал.4.9. Схема спортивного бумеранга

Приведена схема спортивного бумеранга може виявитися важкуватою для непідготовленої людини, по цьому спершу обмежтесь довжиною лопаті сантиметрів двадцять п'ять – тридцять.

Матеріал для виготовлення – тверді важкі сорти дерева. Якщо бумеранг дуже легкий і швидко повертається назад, обвантажте кінці лопатей. Можливо обклеювання його склотканиною з епоксидною смолою, після відшліфуйте і відполіруйте. От і збільшили його міцність. При виготовленні стежте, що б не виникало стукання лопатей, це помітно знижує його летючість. Профіль застосувати краще всього плоскоопуклий, 8 – 12%. Опукло – опуклі роблять бумеранги швидкіснішими і більш пілотажними, але такими, що менше повертаються. Добре підходять авіамодельні плоско-опуклі профілі 8 – 12%. Точність виготовлення профілю не особливо критична – невеликий допуск. Цілком досить дотримуватися профілю, вказаного на малюнку. Бумеранг із зворотною стріловидністю робить жорстким, що б лопаті не змінювали свою геометрію у польоті. Інакше він стає «дуже маневреним».

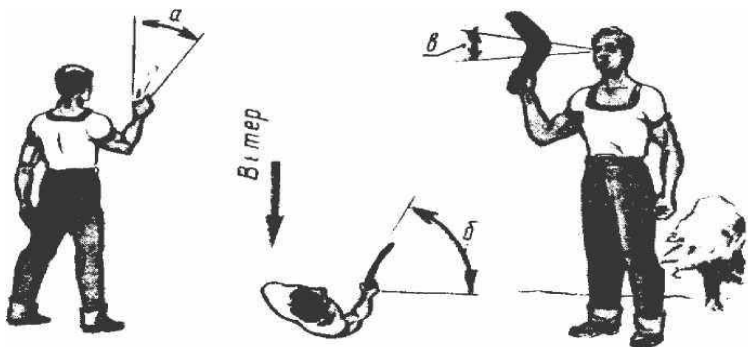
Користуватися ним так само, як і всіма іншими описуваними бумерангами. Врахуйте, що характеристики спортивного бумеранга вище звичайного.



Мал.4.10. Два варіанти захоплення бумеранга при кидку.



Мал.4.11. Упіймання бумеранга, що повернувся.



Мал.4.12. Основні параметри, що враховуються при підготовці до кидка: а – кут нахилу у вертикальній площині, б – кут напряму кидка щодо зустрічного вітру, в – кут напряму кидка щодо горизонту. (Для лівші – дзеркально.)

Як кидати, описано вище. Цікаво ловити бумеранг, що повернувся. Треба тільки пристосуватися, а то може вдарити по руках.

Перш за все, упевніться, що Ви маєте дійсний бумеранг який повертається. Окрім таких, є ще декоративні – краса яких в унікальній техніці малювання доступною тільки аборигенам Австралії. Якщо ваш перший крок в оволодінні наукою кидання бумеранга буде неправильним, наступні будуть набагато більш важчі. Будь-який кидок повинен відбутися в зоні, відповідній типу і діапазону метання використовуваного бумеранга. В деяких випадках це може бути усередині гімнастичного залу, але в основному краще кидати бумеранг на відкритому повітрі, з принаймні 50 метрами вільного простору навколо вашої точки кидка. Футбольне поле ідеальне місце.

Упевніться, що Ваш бумеранг повертається до початкової точки для кожного нового кидка. Це важливо з міркувань безпеки, і допоможе гарантувати, що Ви кидатимете з постійним успіхом (багато хто може кидати добре; небагато можуть кидати добре тривалий час). Якщо в цьому ж місці кидають бумеранги інші люди, пам'ятаєте, що шлях бумерангів важко передбачити тим, хто не знайомий з ними. Якщо Ви маєте вибір, уникаєте кидати в що – ні будь по помірному вітру. Деякі бумеранги потребують

невеликого вітру, щоб повернутися повністю, але більшості це не потрібно. Дощ взагалі не впливає на політ бумеранга, але краще не забуває визначати напрям вітру за правилом «сохнучого холодного пальця» перед кожним новим кидком.. І ще, не забудьте сонцезахисний крем!

Час, щоб кидати бумеранг.

Відмінно! Ви маєте справжній бумеранг, погода чудова, Ви – в центрі чистого поля. Що потім?

Є п'ять речей, які треба знати до кидка.

Ви повинні кинути бумеранг «в обхід» вітру. Якщо Ви – правша, це означає кидати вправо від вітру, і чекати повернення бумеранга на вашій лівій стороні.

### **Вітер**

Різні бумеранги вимагають, різні кути атаки до вітру – від 45 до 50° направо ( для правшів ) від вітру. Взагалі, швидкі (легені) бумеранги мають бути кинуті далі від вітру, навіть на 90 ° .

### **Нахил**

Більшість бумерангів вимагають тільки небагато нахилити бумеранг (до вертикальної площини кидка) (10-30 °), між 12:00 годинного циферблату і 1:00 годинам для правші, для лівші що навпаки ( 12 і 11) знає, що таке круговий циферблат годинника. Взагалі, чим далі ви хочете кинути бумеранг, тим більше має бути нахил при кидку. Кидок бумеранга з дуже великим нахилом може бути небезпечний і для метальника і бумеранга, оскільки бумеранг підніметься високо

### **Обертання**

Передача обертання бумерангу дуже важлива. Без обертання, бумеранг – тільки зігнута палиця. Обертання бумеранга – звичайна проблема для метальників – новачків. Не утримуйте бумеранг дуже довго «відпустите», дозвольте йому вирватися з вашої руки. Це допоможе максимізувати його початкове обертання.

### **Піднесення**

Для більшої частини бумерангів, Ви повинні випустити бумеранг з рук на висоті ока, цілячись на лінії приблизно 10° вище за горизонт. Це означає, що фактично ви цілитесь зверху дерев, що оточують ваше поле. Тільки декілька бумерангів вимагають, щоб



Ви кинули особливо вгору.

### **Твердість**

Різкість кидка також важлива як обертання, але є маленький нюанс. Коли Ви робите кидок, Ви повинні завжди пам'ятати про ці п'ять вище сказаних елементів .

Що потрібно зробити, щоб бумеранг повернувся прямо в руки

1. Важливо підшукати для запуску бумеранга широкий відкритий майданчик, бажано неасфальтований, – галявину, лужок, поле. Врахуйте, що дальність польоту бумеранга – як мінімум 10 метрів, а тому на майданчику не повинно бути дерев, які можуть «зловити» бумеранг, а також людей і автомобілів, які можуть постраждати від зіткнення з ним.

2. Тримати бумеранг потрібно в правій руці за кінець лопати між великим і зігнутих вказівних пальцями. Бумеранг повинен мати можливість обертатися, а тому сильно стискувати його не слід.

3. При запуску бумеранг потрібно тримати обов'язково вертикально, на рівні вуха – і у жодному випадку не горизонтально, не так, як тарілку, що літає. У цьому сенсі погану службу бумерангу послужили художні фільми, наприклад, «Як вкрасти мільйон» з Одрі Хепберн і Пітером О'тулом, де за допомогою бумеранга виключається система сигналізації. Герой О'тула кидає бумеранг, як тарілку, що літає. Якби він спробував зробити подібний трюк в реальному житті, це б йому не вдалося: бумеранг просто не повернувся б до господаря і був би виявлений пильною поліцією, розсекретивши тим самим свого металника.

4. Якщо при запуску бумеранга не везе з погодою і є вітер (звичайно, ідеально кидати бумеранг в безвітряну погоду, який найчастіше буває вечорами), необхідно визначити його напрям і кидати бумеранг по напрямку вітру. Кидок краще орієнтувати правіше за себе.

5. Для більшого замаху рекомендується відвести руку назад. Кидати бумеранг слід різко, при цьому кистю руки необхідно додати йому максимально можливе обертання.

6. Ловити бумеранг потрібно двома долонями горизонтально, так званим плесканням на деякій відстані від тіла.

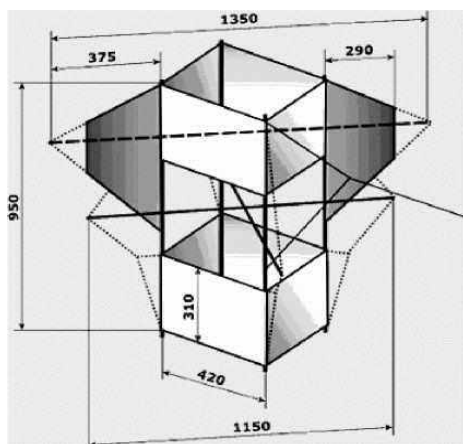
## Розділ 5. Проектування та виготовлення повітряних зміїв

### 5.1. Двохкоробчатий змій Лавріщева

Коробчасті змії літають значно краще плоских, їх набагато легше запустити в повітря. У польоті вони стійкіші і можуть обходитися без хвоста.

Для виготовлення змія цієї конструкції заготовте 7 соснових рейок перетином  $10 \times 10$  мм: 4 рейки завдовжки по 950 мм, 2 – по 1150 мм і 1 (для крил) – 1350 мм. На кінцях рейок трьох останніх видів зробіть невеликі пропили-жолобки завглибшки 2–3 мм. Для міцності кінці рейок у пропилих перев'яжіть суворою ниткою, просоченою клеєм.

Тепер приступайте до виготовлення основної частини змія – каркаса. З листів щільного паперу склейте смугу завдовжки 1700 мм і шириною 330 мм. По краях її відігніть кромки шириною 10 мм. У кромки вклейте, для міцності, суворі нитки. Потім склейте кінці смуги. Склеєну смугу складете спочатку удвічі, а потім вчетверо. Якщо тепер її розвернути, то вийти як би квадратна коробка без днищ. Довжина кожної сторони такої коробки 420 мм. Аналогічно зробіть і другу коробку.



Мал.5.1. Креслення двухкоробчатого змія Лавріщева

Всередину коробок вставте рейки завдовжки 950 мм (каркасні) і міцно прив'яжіть їх нитками до кутів коробок. Коли каркас буде готовий, його потрібно розтягнути. Для цього до обох кінців кожної каркасної рейки прив'яжіть розтяжки – міцні нитки завдовжки 1150 мм. Потім візьміть дві рейки розпорів завдовжки 1150 мм, вставте їх навхрест в каркас так, щоб вони натягнули розтяжки. Для міцності рейки розпорів зв'яжіть між собою.

Тепер зробіть крила. У двох протилежних кутах верхньої коробки на однаковій відстані від країв проріжте дірочки і просуньте в них рейку завдовжки 1350 мм. Прив'яжіть її до каркасних рейок так, щоб її кінці, що виходять з коробки, були однакової довжини. У пропили на рейці пропустіть нитки, кінці яких прив'яжіть до каркаса. До цих ниток і каркасних рейок пришійте крила. Їх потрібно зробити з щільного паперу або тканини.

## **5.2. Змій конструкції Потера**

Зі всіх коробчастих зміїв простотою у виготовленні при хороших льотних якостях відрізняється змія конструкції Потера.

Для виготовлення змія конструкції Потера потрібні наступні матеріали.

Рейки квадратного або круглого перетину товщиною не менше 15 мм роблять з сухої прямошарової сосни без сучків. Тканина або папір для обтягування, нитки і клей. Для зменшення маси змія рейки до кінців поступово звужуються, оскільки основне навантаження доводиться на середину рейки. Рейки ретельно обробляють рубанком і шкіркою. Для оберігання від вологи бажано просочити їх оліфою.

Весь процес споруди складається з трьох головних операцій: виготовлення каркаса, виготовлення обтягування, а також монтажу частин і установки розчалювань і вуздечки.

Для полегшення обробки лонжеронів і рейок розпорів потрібно узяти прямошарову дошку. Товщина її повинна відповідати перетину рейок. Якщо, наприклад, потрібні рейки перетином 15<sup>^</sup>15 мм те беруть дошку завтовшки 15–20 мм. Її

розпилюють упоперек на шматки рівні довжині лонжеронів і рейок розпорів. Потім шматки розпилюють вздовж.

Якщо під руками немає лісоматеріалу достатньої довжини, то для отримання рейки зрізують «на вус» два коротших шматка і сполучають їх по місцю зрізу, обмотуючи нитками.

Стругати рейки краще всього у такий спосіб: покласти її на довгий і рівний стіл, притримуючи передню частину лівою рукою, і потім від середини почати обстругування. Після стругання рейки ретельно зачищають дрібним рашпілем і шкіркою. Дуже важливо, щоб всі лонжерони і рейки розпорів мали однаковий перетин і масу.

Для змія потрібно заготовити рейки декількох розмірів: чотири рейки для лонжеронів завдовжки 1016 мм і перетином 10x10 мм (можна заготовити і круглі рейки діаметром 12 мм);

дві великі рейки розпорів завдовжки 990 мм і перерізом 8x8 мм (або 9x9 мм);

дві малі рейки розпорів завдовжки 660 мм і перетином 8\*8 мм (або 9x9 мм).

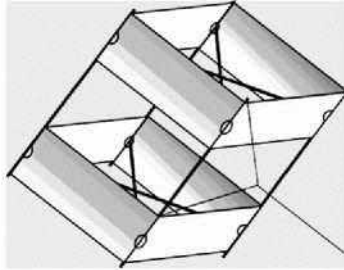
На кінцях всіх рейок розпорів роблять лапки. Для цього наклеєні на них тонкі планки обмотую міцною ниткою, яку потім просочують клеєм.

Дерево здатне вбирати в себе вологу, змінювати свою масу і коробитися. Щоб запобігти викривленню, лонжерони і рейки розпорів просочують оліфою. Для цього беруть шматочки вати, обгорнули Марлеєм і опускають в оліфу, яку втирають в пори дерева до тих пір, поки рейки не стануть майже сухими.

Після виготовлення лонжеронів рейок розпорів чи з тканини паперу роблять обтягування для каркаса змія. Як видно на малюнку, нижня коробка змія по своїй величині рівна верхньою, що дає можливість зробити загальні викрійки для нижньої і верхньої коробок. Для виготовлення викрійок залишають припуск в 10 мм з усіх боків по довжині і ширині для згину при кріпленні до нитки (ліктросу), яку вклеюють в кромки для створення більшої міцності. Кінці її на кутах виходять за обтягування на 60–70 мм для прикріплення до лонжеронів. Ліктрос слід вклеювати так, щоб він не приклеївся до обтягування, інакше після просушування краю

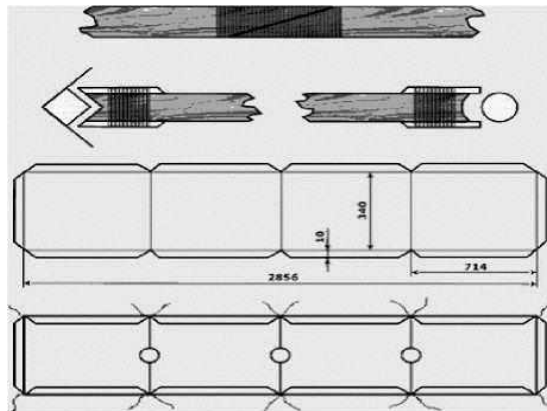
матимуть зморшки.

Для кріплення лонжеронів з обтягуванням їх обмотують на кутах кінцями ліктросів, а місця з'єднання промазують столярним або іншим клеєм.

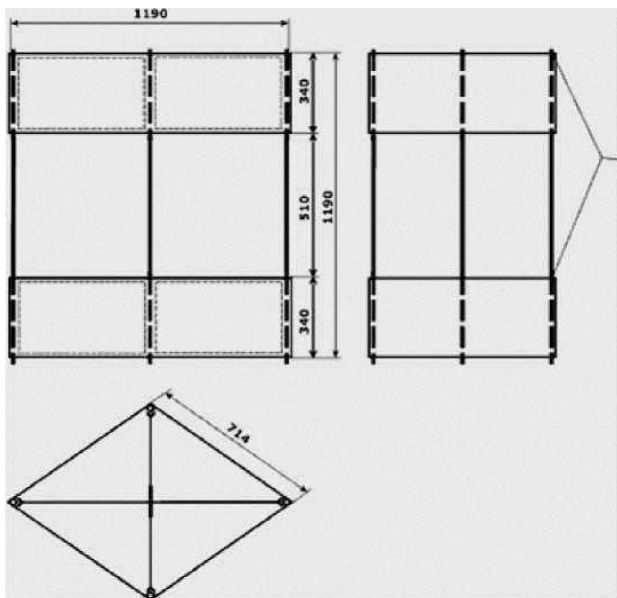


Мал.5.2. Змія конструкції Потера.

Щоб встановити рейки розпорів, спочатку на одному кінці кожної рейки роблять лапку, потім рейку розпору обрізають по довжині так, щоб вона щільно лягла по діагоналі в коробку. Після цього укріплюють лапку на іншому кінці. Під кутом до першої рейки розпору ставлять другу, меншої довжини. Рейки рівної довжини верхній і нижній коробках повинні мати однакову масу. Для більшої жорсткості каркаса змія кожну пару рейок розпорів в центрі перев'язують нитками.



Мал.5.3. Кожну пару рейок розпорів в центрі перев'язують нитками.



Мал.5.4. Креслення змія конструкції Потера.

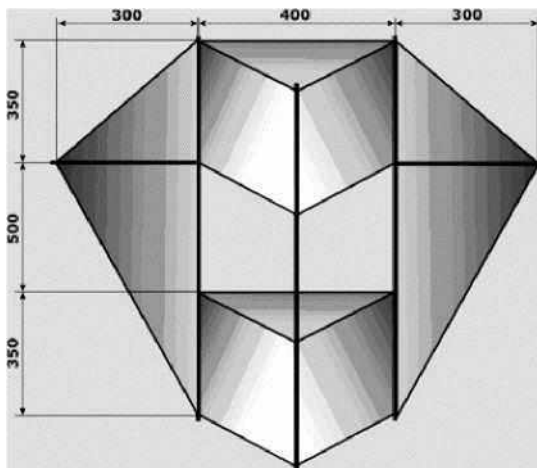
Після складання до змія прикріплюють вуздекчу, конструкцію якої добре видно на малюнку.

Для того, щоб виготовити змій Потера різних розмірів, приведемо співвідношення його сторін.

Якщо прийняти висоту однієї коробки змія за одиницю, то його висота складатиме 3,5 одиниць, тобто матиме співвідношення 1:3,5. А загальна довжина периметра ромба рівна 8,4 одиниць. Діагоналі ромба відносяться як 2:3. Замість співвідношення досить проставити потрібні розміри, і змій можна з успіхом виготовити.

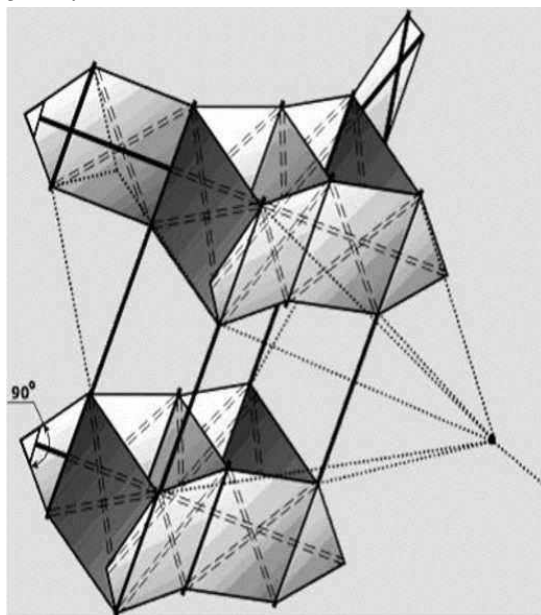
### 5.3. Змій Коніна

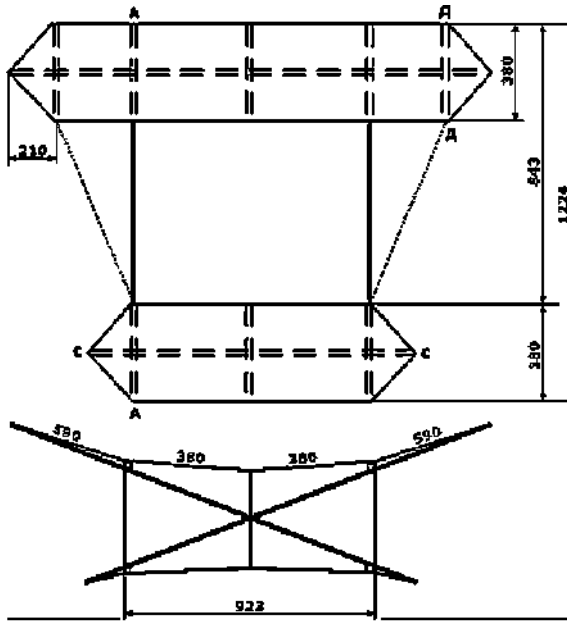
Коробчасті змій літають значно краще плоских, їх набагато легше запустити в повітря. У польоті вони стійкіші і можуть обходитися без хвоста. Двохкоробчатий змій конструкції І. Коніна декілька нагадує літак. У нього два крила, завдяки яким він швидший, ніж однокоробчатий і плоский, піднімається вгору, краще зберігає стійкість у польоті і не перекидається при раптових бічних поривах вітру.



Мал.5.5. Змій Коніна

Цей змій користувався великим успіхом у юних «змійкачів». Він виготовляється легко і може підніматися в повітря при вітрі в 4-5 м/с. Для каркаса змія потрібно заготовити соснові рейки. Для лонжеронів роблять чотири рейки АА завдовжки 1224 мм, діаметром 12–15 мм.





Мал.5.6. Креслення змія Коді-сакконя.

Довжину рейок розпорів визначають практично після того, як вже буде виготовлено обтягування змія і сполучення з лонжеронами. Дві великі рейки розпорів ВВ повинні мати діаметр в середині 15 мм, а дві малі СС – 10–12 мм.

Дві нерв'юрні рейки ДД мають перетин 8\*4 мм і довжину 380 мм. Нерв'юрні рейки потрібні для кріплення до обтягування відкрітків змія.

Як бачимо, найбільша сила тиску повітря доводиться на середню частину рейок, тому бажано в цьому місці їх робити декілька товще. Дуже добре підсилити рейки стрічками на клею, намотуючи їх на відстань 200–250 мм від середини в обидва кінці.

Для обтягування каркаса беруть будь-яку легку тканину.

На столі або на підлозі розмічають за допомогою косинця таку ж викрійку, як і для змія Потера. У кутах бічних сторін роблять прорізи для лонжеронів, які підсилюють додатковим обтягуванням.

Після коробок викроюють два бічних відкрітка.

Середня проміжна площина (діафрагми) для верхньої і



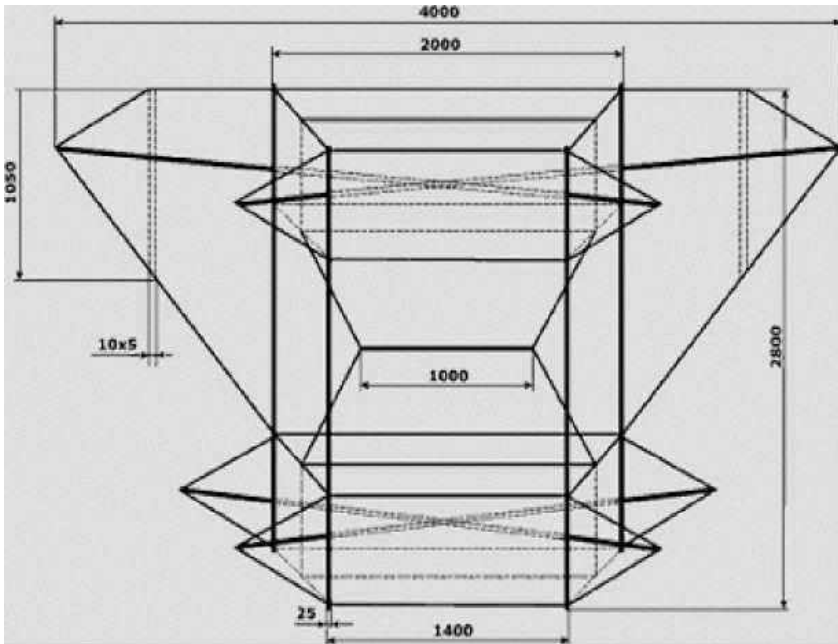
нижньої коробок роблять на 20 см вужче бічних стінок коробок, щоб створити кращий натяг обтягування змія.

Далі проводять зшивання обтягування коробок і бічних відкрилків, причому останні підшивають так, щоб можна було по краях протягнути ліктрос (шпагат). Бічні відкрилки прошивають на кутах верхньої коробки.

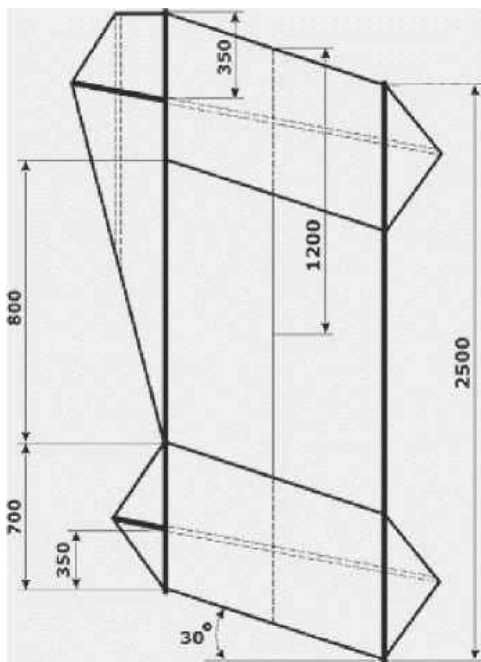
Змій конструкції Коді-сакконей збирають так само, як і змій Поттера. Вузечки виготовляють так, як показано на малюнку.

## 5.4. Змій авіамоделіста Громова

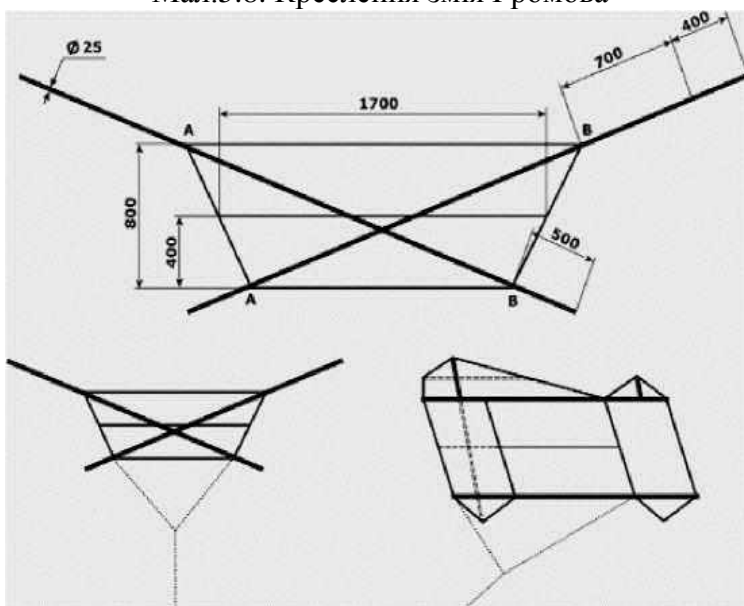
Цей змій є результатом подальшої розробки і удосконалення конструкції Коді-сакконей.



Мал.5.7. Змій авіамоделіста Громова



Мал.5.8. Креслення змія Громова



Мал.5.9. Креслення змія Громова

Характерні особливості змія наступні: винесення задньої площини складає  $30^\circ$ , бічна (кільова) площини АА і ВВ розташована по відношенню до тих, що несуть АВ під деяким кутом. Це додає змію велику поперечну стійкість, створює в проекції додаткову несучу площину. Між передньою і задньою площиною є додаткова проміжна площина. Змій був піднятий з авіаційним барографом на висоту 1550 м і показав хорошу подовжню і поперечну стійкість.

При випробуванні зміїв на Всесоюзних змаганнях в 1939 р. правильність розрахунку Громова підтвердилися повністю.

### **5.5. Змій конструкції Григоренко**

Добрі результати показав змії авіамоделіста Григоренко. При конструюванні змія Григоренко поставив за мету дати йому хорошу жорсткість при відносно невеликому навантаженні. Не дивлячись на несучу площу, змії має всього чотири подовжні лонжерони і чотири основні рейки розпорів. Винесення задньої площини по відношенню до передньої складає  $30^\circ$ , чим створені найбільш сприятливі умови для роботи проміжної і задньої площини. Доцільність такого винесення підтвердилася на практиці шляхом продувань в аеродинамічній трубі.

Винесення задньої площини відповідно змінює і центрівку змія. Тому виявилось необхідним змінити місце прив'язі і напрям вуздечки. Григоренко дуже вдало приєднав вуздечку до верхньої частини лонжеронів, застосувавши дві додаткові планки, що зв'язують лонжерони між собою і додають змію достатню жорсткість.

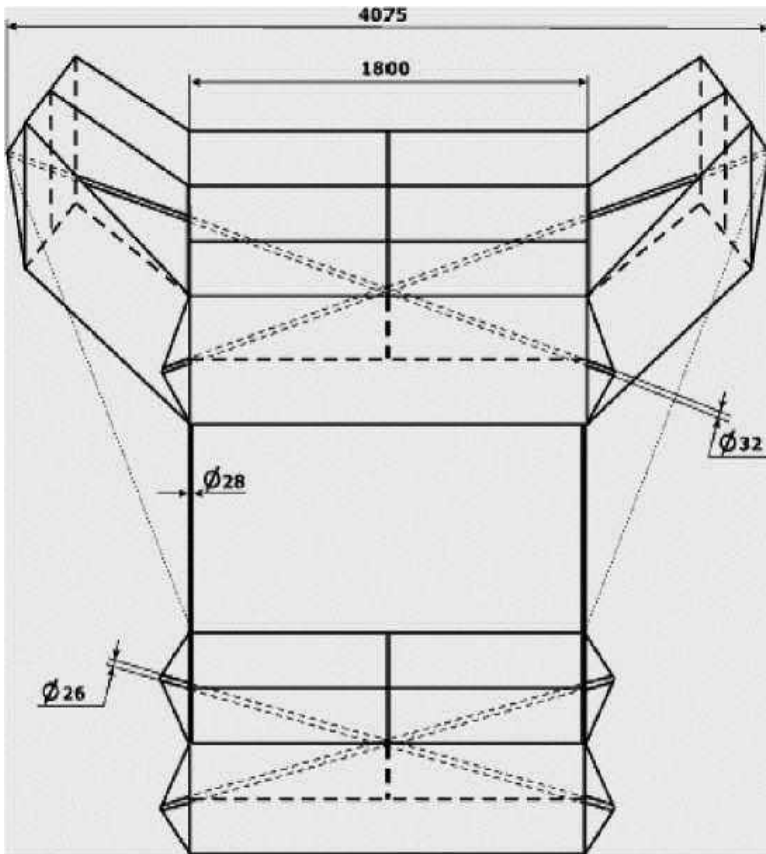
Потрійні відкрilки, розташовані під деяким кутом до площини коробок, окрім забезпечення хорошої поперечної стійкості, збільшують площу корисної несучої поверхні змія.

Розрахунки конструктора-моделіста підтвердилися: не дивлячись на невелику кількість подовжніх і розпірних рейок при значних розмірах, змії вийшов достатньо жорстким, що дало можливість піднімати його на велику висоту при вітрі 8–9 м/с.

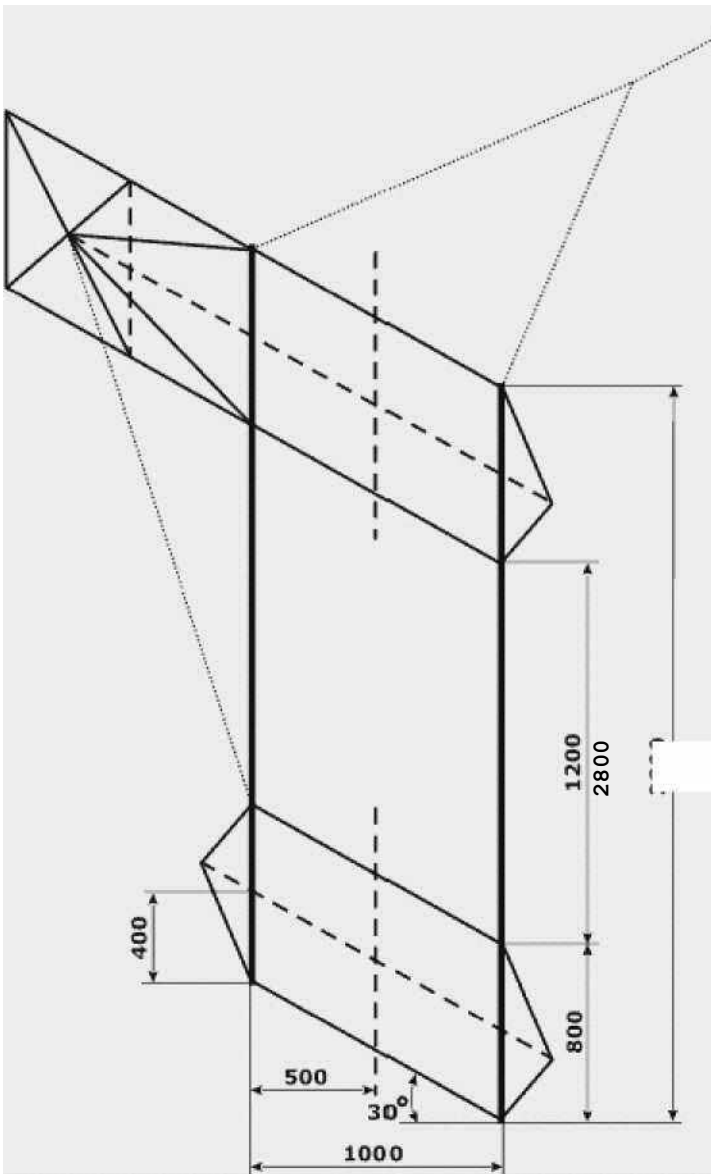
На всесоюзних змаганнях в 1939 р. шість зміїв конструкції

Григоренко було піднято у складі поїзда на висоту 1800 м. Стійкість поїзда в повітрі виявилася хорошою; кут стояння доходив до 60–70°.

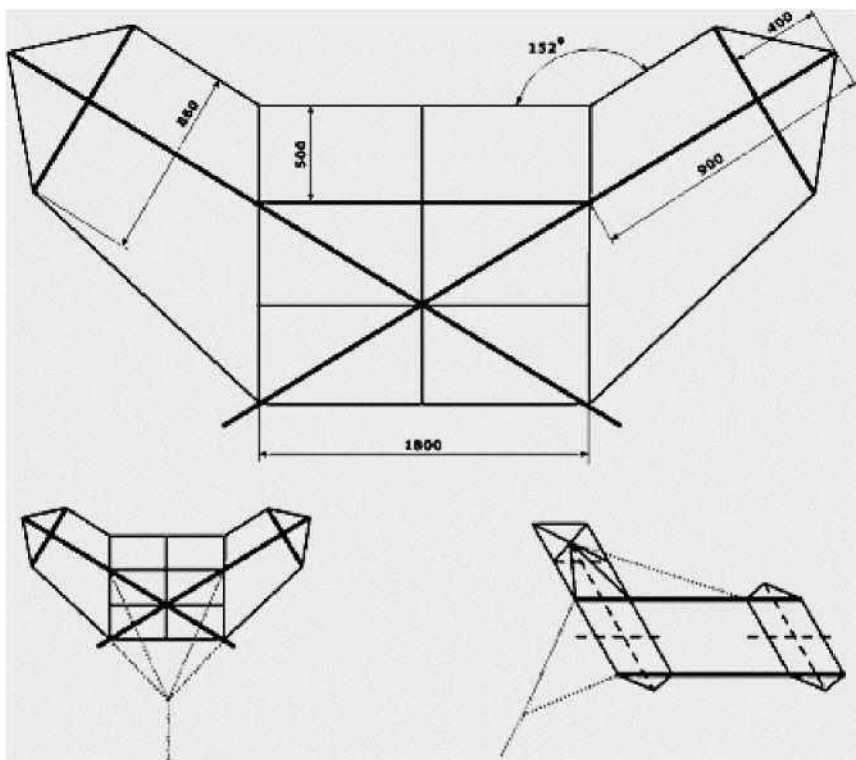
Але конструкція змія Григоренко може виявити всі свої позитивні якості лише за умови ретельного виготовлення змія, для чого, безумовно, необхідний досвід роботи. Для аматорів – початківців виготовити і запустити змії такої конструкції буде надзвичайно важко.



Мал.5.10. а). Креслення зміїв конструкції Григоренко.



Мал. 5.10. б). Креслення зміїв конструкції Григоренко.



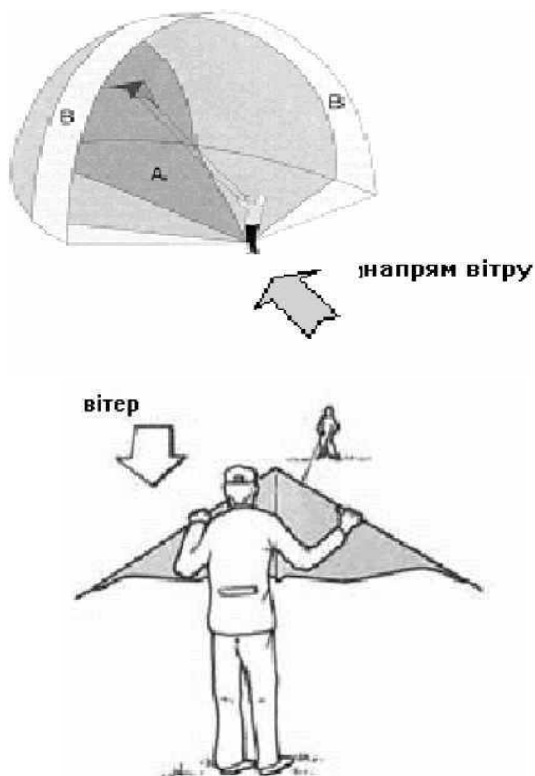
Мал. 5.10. в). Креслення зміїв конструкції Григоренко.

## 5.6. Вибір місця для запуску повітряного змія

Ідеальним місцем є відкритий простір без дерев, яких-небудь споруд, проводів або інших перешкод. Якщо є дерева або будівлі, то переконаєтеся, що Ви знаходитесь достатньо далеко від них, щоб на повітряний змій не впливала турбулентність, що створюється вітром, при зіткненні його з перешкодами.

Причепіть шнур до повітряного змія і, розмотуючи її, попросите помічника відійти убік, куди дме вітер. Розмотайте шнур метрів на 20-25, чим довше шнур, тим вище буде політ змія. Помічник повинен завжди тримати повітряного змія носом до

верху. Зайнявши позицію, натягніть шнур. Коли відчуєте стійкий вітер, потягніть за неї, а помічник в цей час повинен відпустити повітряного змія, злегка підкинувши його вгору. Якщо запуск пройшов вдало, то повітряний змій підніметься в небо, і там літатиме. Якщо вітер слабшає, і повітряний змій починає падати, необхідно підтягати шнур на себе. При цьому необхідно стежити за тим, щоб шнур був завжди натягнутий. Вітер подув сильніше – розмотуйте її. Добивайтеся стабільного польоту повітряного змія. Треба відмітити, що повітряний змій летить туди, куди направлений його ніс. Для того, щоб опустити повітряного змія необхідно підтягати його до себе за шнур, намотуючи шнур на катушку.



Мал.5.11. Не керовані повітряні змії.

Коли *не керований* повітряний змій починає крутитися або летить носом вниз (падає), більшість новачків сильним ривком смикають за шнур повітряного змія і відходять назад. Результатом такої дії є прискорене падіння повітряного змія. Щоб цього уникнути, треба шнур не натягувати, а небагато відпустити, тоді, повітряний змій, під натиском вітру, виправиться.

Наприклад:

Якщо повітряний змій летить носом вниз, то треба ослабити шнур так, щоб повітряний змій виправився під дією вітру. Як тільки Ви зловите момент, що ніс повітряного змія обернувся вгору, слід негайно натягнути шнур. Як тільки ви натягніть шнур, підйомна сила почне рости і підніме Вашого повітряного змія в небо.

Якщо *керований* повітряний змій починає падати (окрім вашого бажання, якщо Ви не можете ні чого більше зробити) – не натягуйте мотузку. Дайте повітряному змієві спокійно впасти, інакше, натягуючи вірьовки, Ви тільки збільшите швидкість падіння і силу удару об землю.

### **Вибір часу запуску**

Зазвичай у поверхні землі вітер дме нерівномірно, швидкість його то збільшується, то зменшується. Чим вище над землею, тим вітер рівніший і сильніший.

Повне затишшя в денний годинник буває рідко.

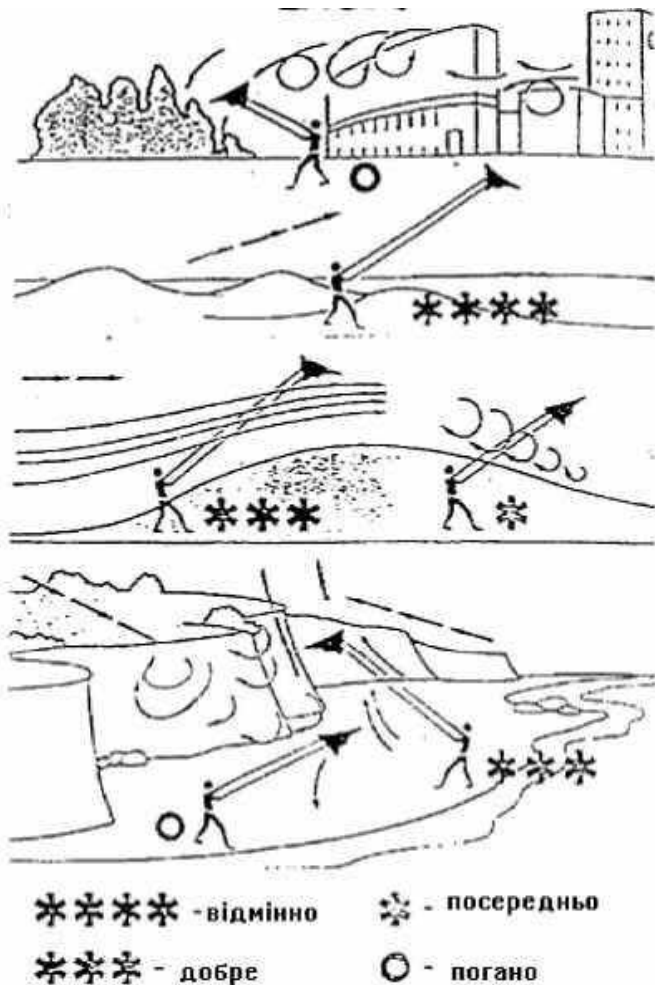
У гарну літню погоду вітер звичайне 3-5 м/сек. Починаючи з 8-9 годин ранку, він посилюється і до 12-14 годин досягає найбільшої сили. В цей час краще всього запускати змія. До вечора, приблизно о 18-19 годині, вітер помітно стихає. Повний штиль спостерігається в ранковий час і перед заходом сонця.

### **Вибір місця для запуску**

Виберіть відкритий простір, вільний від будов, горбів і дерев, оскільки вітер зустрічає на своєму шляху перешкоди, обтікає їх і утворює завихрення.

Будь-які висотні будови в межах 200 метрів від місця запуску, можуть негативно впливати на силу і напрям вітру





Мал.5.12. Вибір місця для запуску  
 УВАГА:

- Не запускайте змія в грозу
- Не використовуйте на жвавих вулицях
- Не використовуйте змія поблизу ліній електропередач
- Не використовуйте змія поблизу дорогий і злітних смуг
- Не запускайте змія вище 100 метрів.

## 5.7. Керовані повітряні змії

Керований повітряний змій має від двох до чотирьох стропів управління. Переконаєтеся, що всі вони мають однакову довжину. Це дуже важливо для керованого повітряного змія. Помічник повинен завжди тримати повітряного змія носом до верху. Зайнявши позицію спиною до вітру, натягніть вірьовки, зробіть два кроки назад, так щоб Ви тримали вірьовки натягнутими на витягнутих руках. Коли відчуєте постійний вітер, одночасно зробіть крок назад і потягніть за мотузок. Якщо все зробити правильно, то повітряний змій підніметься в небо, і чекатиме подальших розпоряджень. Повітряний змій полетить на право, якщо Ви потягніть за правий мотузок, і полетить наліво, якщо Ви потягніть за лівий мотузок. Утримуйте руку у відведеному стані до завершення, задуманого Вами, маневру. Завершивши маневр, поверніть руку в початкове положення. Руки треба тримати перед собою, не розставляючи їх широко (30-40 див.). Керований повітряний змій може виконувати різні фігури: круг, квадрат, вісімки і будь-які інші плоскі фігури.

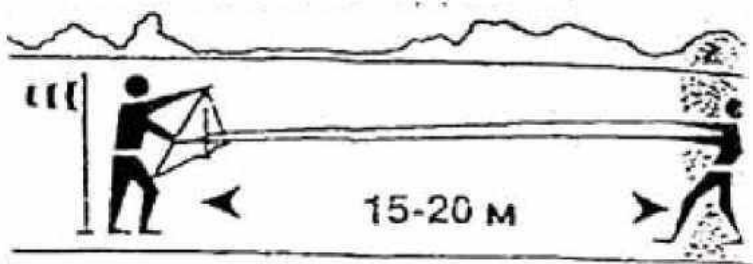
Наприклад:

Для виконання фігури «коло за годинниковою стрілкою» треба потягнути за правий мотузок, повітряний змій почне повертати управо, тримаєте руки в такому положенні, поки повітряний змій не зробить повний круг. Відмітьте, що при цьому Ваші мотузки теж перекутилися. Для того, щоб їх розплутати, Ви повинні зробити повне коло повітряним змієм у зворотному напрямі, в даному випадку наліво.

Для того, щоб посадити повітряний змій на землю треба, потягнувши за лівий або правий мотузок, повернути повітряний змій носом направо або наліво і вивести його в зону В (см малюнок). Там підйомна сила мінімальна, тому повітряний змій плавно опуститься на землю.

## Запуск

### Запуск змія у двох



Мал.5.13. Запуск змія.

Встаньте спиною до вітру.

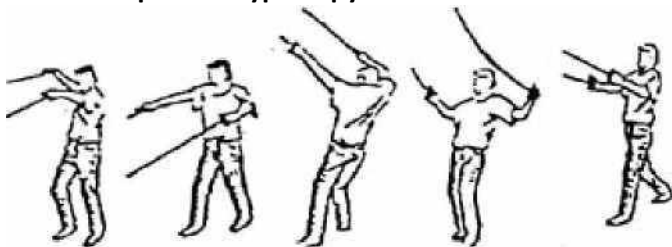
Розмотайте обидва шнури управління.

Помічник повинен відійти по напрямку вітру і тримати змія двома руками.

Переконаєтеся, що у шнурів однакова довжина, якщо необхідно відрегулюйте шнури по довжині.

Перед запуском переконаєтеся, що шнури управління натягнуті і не схрещуються. Коли помічник сигналізує, що відпускає змія вгору, натягніть шнури управління до себе.

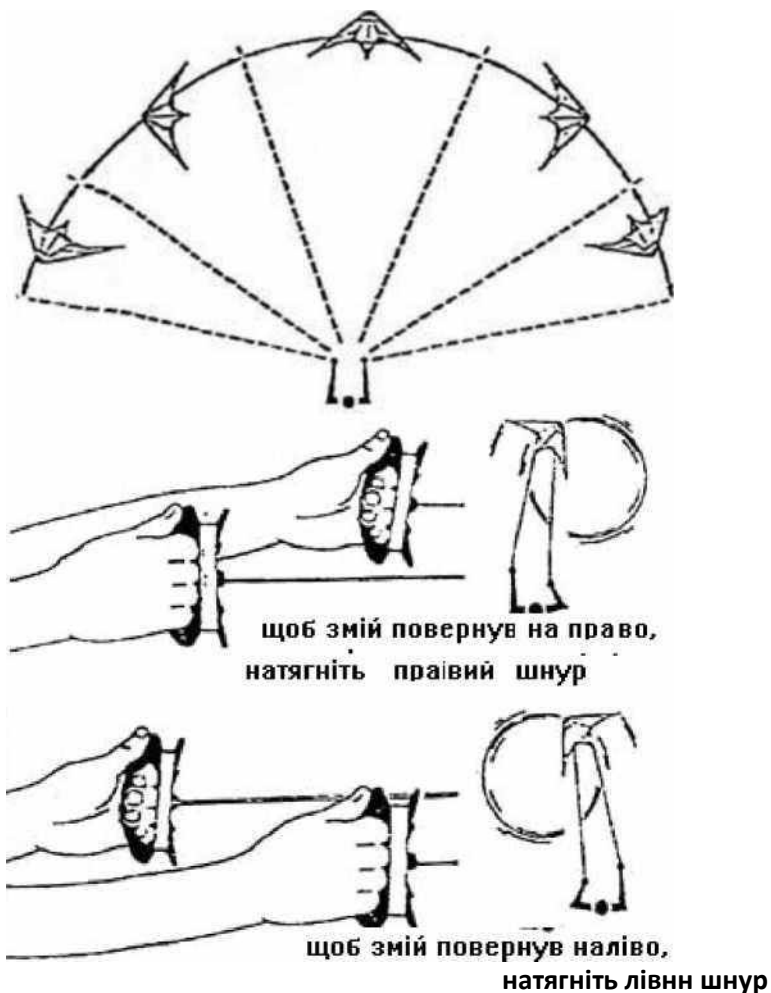
**не смикайте різко шнури керування**



Мал.5.14. Пілотування.

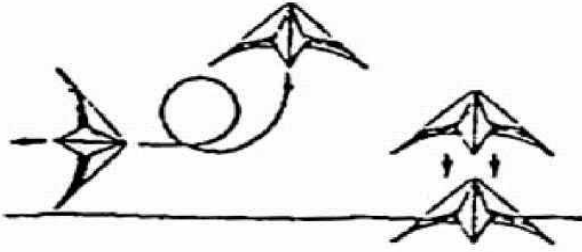
При перших запусках прагніть утримувати змія в повітрі прямо перед собою, для цього треба підтримувати різне натягнення шнурів.

Після придбання деякої практики, пробуйте виконувати елементи повітряного пілотажу.



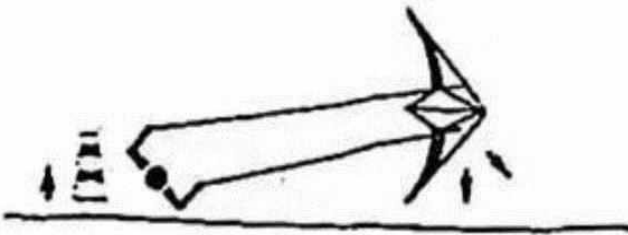
Мал.5.15. Керування змієм.

**КОВЗАЮЧЕ ПРИЗЕМЛЕННЯ.** Погасіть швидкість, виконавши мертву петлю. Ослабте натягнення леєрів, зробивши декілька кроків у бік змія, змії приземлиться.



Мал.5.16. Ковзаюче приземлення.

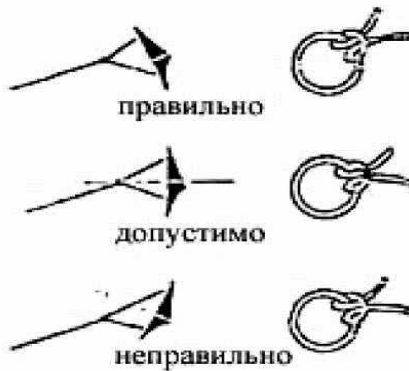
Перемістіть змія перпендикулярно напрямку вітру (під кутом  $90^\circ$ ), одночасно, роблячи рух вниз (посадка) і переміщуючись поступово у напрямку до змія. Не допускати різкого удару об землю.



Мал.5.17. Регулювання

При першому запуску Змій не злітає – недостатня сила вітру на поверхні землі:

- правильно визначите напрям і силу вітру, перешкоди (будови, дерева і т д).

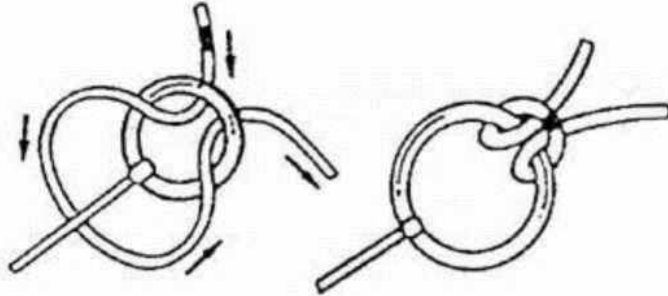


Мал.5.18. Вуздечка і її налаштування

Після первинного підйому і приземлення, змії не піднімається в повітря – елементи хрестовини вийшли з гумових кріплень:

- перевірте і закріпіть хрестовини в кріпленнях;
- відрегулюйте шнури управління.

Якщо змії літає погано, тобто не набирає висоту або звалюється (перевалюється). Нібито сила вітру недостатня, то в цьому випадку потрібне налаштування вуздечки.



Мал.5.19. Налаштування вуздечки.

Завдяки пристрою вуздечки, ви можете регулювати висоту підйому повітряного змія, для цього, ослабте вуздечку на кільцях і перемістіть їх у потрібний напрям.

Найбільша висота підйому змія досягається при кутах атаки 15-20 градусів.

## 5.8. Поради для запуску керованих повітряних зміїв

Запобіжні засоби:

**Ніколи не запускайте повітряних зміїв біля ліній електропередач.**

Електропроводи дуже небезпечні для життя. Електрика, що проходить через ваше тіло в землю, може привести до смертельного результату. Тримайтеся подалі від проводів.

**Ніколи не запускайте повітряних зміїв під час грози. Повітряний змії, запущений під час грози може повернути до себе блискавку і стати громовідводом. Навряд чи ви зможете це пережити.**

**Ніколи не запускайте повітряних зміїв поряд з людьми або тваринами.**

Це може налякати як людей, так і тварин. Вони можуть подумати, що любителі повітряних зміїв безвідповідальні люди. Ми всі знаємо, що дуже цікаво спостерігати за собаками, коли вони ганяються за вашим повітряним змієм, але рано чи пізно вітер стане слабкіший і собака зловить ваш повітряний змій. Запускайте повітряний змій високо в небі поки люди і тварини не покинуть площадку.

**Ніколи не запускайте повітряних зміїв біля аеропортів.** У багатьох країнах по всьому світу, заборонено запускати повітряних зміїв біля аеропортів. У Північній Америці заборонений запуск повітряних зміїв ближче, ніж 6-10 км. до аеропортів.

**Носіть сонцезахисні окуляри в сонячні дні.**

Тривала дія сонячних променів може завдати збитку незахищеним очам. Завжди носіть сонцезахисні окуляри, коли запускаєте в сонячний день, навіть якщо ви не стоїте лицем до сонця. Також не забудьте нанести крем від загару, щоб захистити вашу шкіру.

**Ніколи не запускайте повітряних зміїв біля шосе.** Повітряні змії можуть відволікти водіїв автомобілів, що може стати причиною аварії. Дороги для автомобілів, паркі і пляжі – для повітряних зміїв.

**Визначення сили вітру**

Сила вітру цілком залежить від його швидкості. Тому встановити точно силу вітру можна, змірявши його швидкість спеціальним приладом. Силу вітру визначають в балах за так званою шкалою Бофорта. При деякому досвіді можна визначати силу вітру без приладів, по безпосередньому відчуттю і по ознаках, вказаних в таблиці:

## Література

1. Амелькін В. І. Технічна творчість учнів //: підручник/ В. І. Амелькін, В. М. Зайончик, В. К. Сидоренко, В. Є. Шмельов. – Київ. «Центр учбової літератури» 2011р. 458 с.
2. Альтшуллер Г. С., Шапиро Р.Б. Про психологію винахідницької творчості//Питання психології. – 1956. – № 6. – С.37-39.
3. Альтшуллер Г. С. Найти идею. – Новосибирск: Наука, 1991. – 225 с.
4. Альтшуллер Г. С. Краски для фантазии: Прелюдия к теории развития творческого воображения// Шанс на приключение.- Пертрозаводск, Карелия, 1991.- С.237-303.
5. Американская фантастика/Сост. и предисл. Е. Парнова.- М.: Радуга, 1988.
6. Гусев Е. М., Осипов М. С. Пособие для автомоделистов. М., 1980.
7. Горский В. А. Техническое творчество школьников. М., 1981
8. Горский В. А. Техническое творчество юных конструкторов. М., 1980
9. Голубев Ю. А., Камшев Н. М. Юному автомоделисту, М., 1979
10. Заверотов В., Викторчик, А. «Воздушные змеи». / В. А. Заверотов, А. А. Викторчик. – М.: «ЮТ для умелых рук» (приложение к журналу «Юный техник»), №7, 1977.
11. Кедров Б. М. О творчестве в науке и технике.- М.: Мол. гвардия, 1987.
12. Костенко В. И., Столяров Ю. С. Модель и машина. М. 1981
13. Лешкин В. А. Воздушный змей-акробат / В. А. Лешкин. – М.: «ЮТ для умелых рук» (приложение к журналу «Юный техник»), №4. 1988.
14. Михайлов М. А. От корабля к модели. М., 1977, рос.
15. Мелентьев О. Б. Посібник організатора технічної творчості. //:навчальний посібник / О. Б. Мелентьев. – Умань, АЛМІ, 2009. 145 с.
16. Мелентьев О. Б. «Технічна творчість». / О. Б. Мелентьев //:



методичні рекомендації для самостійної роботи студентів. – Умань.: « АЛІМІ» , 2011р. 36 с.

17. Ольгин Л. И. Палка, палица, бумеранг. / Л. И. Ольгин. Журнал «Вокруг света» №7 (2538) | Июль 1970, С 24-45.

18. Рожков В. С. Авиамодельный кружок М.. 1986, Рос.

12. Пантюхин, С. П.. Воздушные змеи / С. П. Пантюхин . – М.: ДОСААФ, 1984. – 88 с.

19. Столярева Ю. С. Техническое творчество школьников. / Под ред. Ю.С. Столярева, М.. 1989.

20. Столяров Ю. С. Урок творчества М., 1981.

21. Щетанов Б. В. Судомодельный кружок. М., 1983.

Технічна творчість. Умань, « АЛМІ» , 2021 – 211 с.  
Укладач: Мелентьев О.Б.

