

НАЦИОНАЛНА ХУДОЖЕСТВЕНА АКАДЕМИЯ

ФАКУЛТЕТ ЗА ИЗЯЩНИ ИЗКУСТВА

Катедра СКУЛПТУРА

**КИНЕТИЧНИТЕ СКУЛПТУРИ НА АЛЕКСАНДЪР КАЛДЕР -  
ТЕОРЕТИЧНИ И ФОРМАЛНО ПЛАСТИЧЕСКИ ПРОБЛЕМИ**

Слободан Стойко Милошески

**АВТОРЕФЕРАТ**

на дисертационен труд за присъждане на научна и образователна  
степен „ДОКТОР“

Научен ръководител: доц. д-р. Стефан Хаджиев

СОФИЯ, 2018

## **Съдържание на автореферата:**

I. Обем и структура на дисертационния труд .....	3
II. Обща характеристика на изследването на дисертацията: предмет, цели, задачи и хипотези .....	3
III. Кратко изложение на дисертационния труд .....	5
IV. Резултати и обсъждане .....	39
V. Заключение .....	43
VI. Приноси .....	45
VII. Научни публикации по темата на дисертационния труд .....	46

## **I. Обем и структура на дисертационния труд**

Дисертационният труд съдържа увод, изложение от 9 глави, резултати и обсъждане, заключение, приноси, приложение и библиография. Обемът на дисертационния труд е 227 страници и приложение от 42 страници.

Интересът към изследванията и анализите, които са представени в този дисертационен труд, се базира на художествено-естетически и функционални аспекти на кинетичните скулптури / мобили на Александър Калдер, зададени от автора в процеса на творческата му дейност по време на тяхното проектиране. В творческия процес, в който се раждат такива сложни произведения на изкуството, освен уменията си на художник авторът е използвал и своите инженерни познания. Поради сложността на проблемите, с които се занимаваме, това изследване преминава през няколко различни етапа на проучване и анализ. Трудът започваме с исторически преглед на областта, която е предмет на нашия интерес, а след това свое място да заемат семиологично-информационните тълкувания и структурният анализ, които ни дават възможност да преминем към разработване на конкретната художествено-естетическа функция на скулптурите в пространството. В допълнение изследването ще се опита да направи обзор на специфичната пространствена (механична) функция на кинетичните скулптури чрез аналитични изчисления, лабораторни експерименти и компютърни симулации. С тези действия и процедури практически обясняваме движението и факторите, които пряко влияят върху осъществяването му в даденото пространство.

## **II. Обща характеристика на изследването на дисертацията: предмет, цели, задачи и хипотези**

Като обект на това изследване са взети кинетичните скулптури на Александър Калдер, разгледани и анализирани по един нестандартен начин от множество аспекти с художествено-естетически, философски и научно-емпиричен характер. Изследването ще ни позволи да получим значително по-чиста и ясна картина на тяхната структура и форма, естетическа функция,

отношения с пространството, в което са поставени, и разбирането на тяхното движение.

Мобилите, по своята същност на пребиваване в пространството и времето, могат да се променят, което предлага възможността да бъдат направени интересни анализи и научни заключения за предаването на една идея, в конкретния случай – скулптура в движение – и нейното пространствено екзистирание, което е основано и обусловено от законите на механиката. Всяка от подвижните инсталации на Калдер по своята форма и структура притежава аксиоматична променливост на позицията на елементите, които изграждат системата от кинетични вериги.

Предмет на това изследване са формата и структурата, както и принципът на пространственото функциониране на кинетичните скулптури на Калдер, с по-детайлен преглед на мобила "Червен полигон".

Поради това формата и структурата, както и кинетичните свойства, които са основен естетически параметър на същността и значението на този вид произведения на изкуството, е необходимо да се определят и обяснят предимно от художествен и философски, а след това и от механичен аспект. Поради тези причини същността на това изследване обединява изкуството и науката, т.е. разглежда науката като функция на изкуството.

Целта на това изследване е чрез използваната методология да се разбере строежът на формата, както и характерът на движението на кинетичните скулптури на Калдер в зависимост от външните влияния. Получените резултати от направените изследвания ще се разгледат от различни ъгли и повече нива на възприятие.

Основната задача на това изследване са формираните теоретични, философски и естетически познания за скулптуралните Калдерови обекти-мобили да се основават, допълват и свързват с конкретните решения от механичен аспект. Специални задачи на изследването са да се определи и изчисли статиката на скулптурата "Червен полигон" във всички нейни нива на съединяване (сглобяване), да се определи нейното поведение при външно въздействие на въздушни течения от една страна, както и да се определи нейното поведение при въртене и хаотични въздушни течения. Константите от механичен характер, получени чрез този вид изследвания, са неразривно

свързани със структурното разположение и пространственото движение, което по същество е основна естетическа функция на скулптурите от този вид.

Имайки предвид предмета и целта на проучването на това изследване, възниква следната основна хипотеза:

X1 - Структурното оформление и пространствено естетическото функциониране, т.е. движението на кинетичните скулптури - мобили на Калдер, се обуславя и позволява от законите на механиката.

От тази основна хипотеза възникват следните спомагателни хипотези във връзка с механичните закони във функционирането на скулптурата "Червен полигон":

X2 - В положение на покой всички сглобяеми нива на скулптурата "Червен полигон" са в ротационен баланс.

X3 - При външно влияние, течение на въздуха от определена посока, независимо от нейната начална позиция скулптурата "Червен полигон" се завърта по посока на движението на въздуха, с най-високата си част по посока на потока.

X4 - След спиране на външните влияния от циркулацията на въздуха скулптурата "Червен полигон" се връща в първоначалната си позиция и форма.

X5 - Ако скулптурата е поставена в някаква част от полузатворено помещение, поради неравномерното влияние на въздушните течения в различни части на повърхността ѝ тя може да прави различни движения, завъртания и форми, които трудно биха били предвидими.

### **III. Кратко изложение на дисертационния труд**

#### **Увод**

Художественото произведение решава, или създава илюзия за решаването, на някои парадокси на човешкото съществуване: противоречието между материалното и духовното, рационалното и емоционалното, познанието и творчеството. Имайки предвид, че изкуството представлява чист синоним на безкрайна продължителност, която доближава човека до неговия болезнен стремеж към вечността, ни учудва фактът, че то се използва като парадигма за човечността, за съществуването на човека. Всички тези негови определения го

правят подходящо да бъде пробен камък за всяка нова тенденция в историята на човешката култура и общество. Изглежда, че особеностите на неговото профилиране, неговото влияние и роля във всяка отделна епоха говорят най-много за човешките постижения, нужди и стремежи.

Съблюдаването на правата на индивида като носител на богатството на особеностите вече е въпрос на необходимост, която изисква намиране на начини за неговото реализиране като фактор на социално-културната интеграция. Поради този належащ въпрос, и по-специално поради необходимостта от демистификация на художественото произведение, както и за осигуряване на улеснена комуникация и приближаване към публика от всякакъв характер, проучването на темата „КИНЕТИЧНИТЕ СКУЛПТУРИ НА АЛЕКСАНДЪР КАЛДЕР - ТЕОРЕТИЧНИ И ФОРМАЛНО ПЛАСТИЧНИ ПРОБЛЕМИ” се опитва да предложи нови решения за получаване на достъпност на художествено-скулптурното дело, които биха могли да доведат до интересни анализи и научни аспекти, както и до по-различен начин за неговото разбиране.

Кинетичните скулптури или мобили на Александър Калдер, с цялата грация на пространственото си действие, по същество представляват перфектно балансирани инсталации от метални жици и различни форми, прикрепени и уравновесени, така че могат да се задвижат и от най-слабата циркулация на въздуха. С появата си те стават важна нова посока в реализацията на този вид художествени постижения. Мобилите могат да бъдат с различни размери, вариращи от малки модели до огромни инсталации, от абстрактни геометрични конфигурации до биоморфни форми. Такива кинетични скулптури идеално прилягат и се вписват в обкръжението си, така че в конкретната си среда те наистина са изпълнени с живот.

Да се върнем към изкуството като цяло – то би могло да се приеме преди всичко като един вид комуникация, доколкото можем да интерпретираме произведенията на изкуството като знакова структура или код. Колко успешно ще ги тълкуваме зависи от това как са представени тези знаци. Информационният характер на "четенето" на произведения на изкуството може да се изведе от различни перспективи на перцепцията.

Разбира се, най-лесният начин да интерпретираме знаците е когато се използват еднозначно. Но тогава всичко е или до голяма степен видно, или

напълно видно и е далеч от изкуството, защото то не използва очевидни знаци. В произведенията на Калдер откриваме знакова тайнственост и чрез откритието си се стремим да се докоснем до целта или до това, което художникът иска да каже чрез творбите си. Наличието на концепция за открито изкуство като изключително отворено послание разширява и усложнява изследването в тези рамки. Тъй като тези творби са концептуални и податливи на допълване, възможността за работа с всички нива на посланието дава възможност за постигане на своеобразен ефект.

Поради това е необходимо да се дешифрира кодът на посланието, което предават произведенията на Калдер, т.е. неговите кинетични скулптури, като системи, в които информацията се предоставя на повече нива на комуникация. Процесът на дешифриране на произведенията на изкуството в това изследване се основава на дедуктивния метод, чрез неговата дескриптивна и експликативна функция, която тръгва от общото анализиране на скулптурната творба на автора към специфичните особености на произведенията му в контекста на естетическо-философските мотиви от семилогично-информационен и структурален характер.

От друга страна при методологичната процедура за събиране на обективни, пълни, проверими и точни данни с използване на аналитични изчисления, компютърни симулации и експерименти, като източник на информация от механичен аспект е взет един екземпляр на кинетична скулптура (висящ мобил) на Александър Калдер, наречен "Червен полигон". В този случай се използва аналогичен на тях индуктивен метод, който вади заключения от отделното към общото, като по този начин от проведените анализи на скулптурата "Червен полигон" получаваме констатации и изводи за общите принципи на идейното конципиране и функционирането на този тип произведения на изкуството.

Това изследване се базира на методология, съставена от множество принципи и методи в посоката на откриване на факти и истини за мобилната скулптура на Калдер. Използваната методология трябва да включва и използва определени средства и пътища, с чиято помощ да стигнем до правилни изводи и заключения, както и до решения на определени проблематики, свързани с областта на кинетичната скулптура.

Използваните методи, които включват определени процедури и с които ще навлезем по-навътре в сферата на нашите изследвания, са: методът на генерализация, методът на конкретизация, емпиричният метод, методът на доказване, математическият метод, експерименталният метод, методът на измерване и мултиметодът на анализ.

## **Глава 1. Метаморфоза на модерната скулптура**

В периода след 1945 г. скулптурата преживява бързо развитие, минава през различни етапи и трансформации като изключително отворена дисциплина, черпи влияния и идеи от различни източници, отнасящи се до други дисциплини и области на действие (например театър, архитектура, индустриално производство, маркетинг, пазар).

Към такъв път на развитие най-пряко води широкият диапазон от разнообразни и най-необичайни материали, които се използват като "валидни скулптурни материали". Тази абстрактна линия на развитие е посветена на собствените си вътрешни проблеми и се стреми да реализира нови видове изследвания, опирайки се на науката. Художниците смятали, че изкуството и науката са отделни от живота и че се ръководят от собствени правила и следователно не са отражение на обстоятелствата, при които са създадени.<sup>1</sup>

Фокусът на интереса на художниците е светлина и движение, т.е. възможността за тяхното представяне. В този смисъл важно влияние има Ласло Мохоли-Наги, който е починал през 1946 г., но в писменото му наследство продължава да живее неговата вяра в художествения прогрес в областта на науката. Той смятал, че масата и обемът вече не са подходящи за скулптура във времето, когато енергията има предимство, и че статичният обект вече не може да изрази модерните времена.

В продължение на определен период от време се появяват различни направления, които се наричат с различни имена и които не винаги следват хронологично едно след друго. Личното развитие на художника често минава през две или три различни посоки, а художникът преминава през стилистични категории, за да задоволи своето любопитство.

---

<sup>1</sup> Arnason, H.H., *Istorija moderne umetnosti*, Orion art, Beograd, 2008, 145-156



Към края на 50-те години настъпват големи и важни промени в скулптурата, които са във връзка с промяната на самата социално политическа атмосфера, т.е. икономическо възраждане и социални промени. В първия период на развитието на следвоенната скулптура художниците от една страна са обърнати към важни външни проблеми и въпроси, като например човека и състоянието му в това време, а от друга страна – към някои въпроси вътре в самото изкуство, но и двете се отнасят към това, което може да се нарече високо изкуство.

Към края на 60-те години настъпват нови големи промени и те дават абсолютна свобода в създаването на скулптури, които могат да бъдат направени от земя и пясък, растения, животни, разнообразни материали, биха могли да бъдат тясно свързани с архитектурата, а като скулптурен материал се въвежда и самото човешко тяло. Срещу минимализма като изкуство, което е напълно освободено от някои допълнителни асоциации, от изразително и емоционално съдържание, застават художници, какъвто е например Йозеф Бойс, който е подчертал метафоричния компонент на изкуството като нещо, което го отличава от американските художници.<sup>2</sup>

Що се отнася до 70-те години, има засилен интерес към естествените материали и природата като място за създаване на произведения на изкуството, което включва предимно изкуство, свързано с определено място и неразделно от неговата среда. Това създава връзки както с историята като директна алузия, така и взаимодействие на изкуството с различни дисциплини като геология, антропология и археология, които са свързани с миналото за разлика от технологията, която се отнася за бъдещето.

В резултат на тези интереси възниква Earth art или Land art, който дава големи възможности: може да представлява някакъв вид архитектурна конструкция сред пейзаж / природна среда, но също така ленд арт творбата не е задължително да бъде сред природата, а може да се създаде като например камъни или други природни обекти се вземат от тяхната среда и се поставят в галерии като инсталация. В областта на ленд арт еднакво важни са и завършената работа, и самият процес на нейното създаване, така че

---

<sup>2</sup> Trifunović, L., Slikarski pravci XX veka, Jedinstvo. Priština, 1982, 99-108

съпътстващите действия като пътуване, проучване, картографиране, изследване също са елементи на произведението.

В крайна сметка това, което се случва през 80-те и началото на 90-те години, е че интересът към природата и естествените материали, владял художниците в предходния период, сега е заменен с интерес към градската среда, консуматорството и промишлено произведения предмет. Позоваването на материалната култура отново става актуално, предимно в Америка, което показва и "Commodity sculpture", чието название означава "скулптура на артикула, на производствения продукт". Това изостря въпроса за разликата между изкуството и обикновения използваем предмет, който е зададен няколко десетилетия по-рано.<sup>3</sup>

Модернизмът в широк смисъл, като идеология, социална формация, световен ред, се развил така, че да установи "преходното, краткотрайното, непостоянното" като събитие в изкуството през по-голямата част от 20-ти век. Това е феномен, който е определил основните черти на съвременното изкуство, неговата игра на приемане и отхвърляне на елементите от съвременния живот, мобилизацията на аспектите на висшата и популярната култура, преплитането на традиционни практики с механични средства за репродуциране, разделение на формален и исторически / критичен / политически авангард, както и движението му вътре във и извън музея. С течение на времето много от тези дилеми успешно са решени в Европа и Америка, а съвременното изкуство е достигнало своята неизменна вечност.<sup>4</sup>

Ако се тръгне от приетите разбирания, че оригиналността е едно от основните свойства, идеали и ценности в изкуството на епохата на модернизма и особено в съчетание с историческия авангард, тези добродетели се поставят под въпрос и след това опровергават в периода на постмодернизма. Движенията на историческия авангард, в радикалното оспорване на предходното, издигат търсенето на оригиналност като един от собствените им фундаментални принципи. Тази настъпателност води до трансформация на профила на художника, чиято цел е не само да бъде създател на нови форми, но преди

---

<sup>3</sup> Denegri, J., The Question of Originality: The Ideal of Modernism, the Suspicion of Postmodernism, Treći program Radio Beograda, Br. 139–140, III–IV/2008

<sup>4</sup> Baudlelaire, C., The Painter of Modern Life and Other Essays, Phaidon, London, p. 12

всичко да е инициатор на различни отношения към самото разбиране за художествената креативност.

## **Глава 2. Преходът от представянето на движението към истинското движение в скулптурата**

Художественото изкуство е въпрос на времето, в което живеем. Тази тенденция създава стилови рамки, които се променят или обновяват в онази степен, в която се променя културата на визуалното мислене. От там е и появата на абстрактното мислене и начин на художествено изразяване. Това означава, че тази поява е резултат на цивилизационния поток на мислене и изразяване.

Това, което свързва изкуството и науката, е уважението към сходството между художествения и научния ум, доколкото ги свързва желанието за транспониране на идеите в едно съвършено емпирично цяло. Ако помислим за съвместния произход на изкуството, магията, религията и науката се вижда, че е възможно всеки дял от общата цел да се определи като една от четирите дисциплини за постигане на определена степен на контрол над околната среда и това, което ни заобикаля. От всичко казано по-горе може да се заключи, че развитието на скулптурата през 20-ти век е изключително преходен процес, т.е. в известен смисъл представляваменящ се калейдоскоп.

По този начин процесът "thingification" или материализация, производство, който ражда съвременната скулптура, е постоянната ресинхронизация на художествения сензитивитет към обявената форма в света на научната теория. Като основна и в научния свят, картината става скоро безспорна, докато скулптурата става ангажирана в своето лутане между научно ориентирани "обективни" реалности и необходимостта от поддържане на определена доза идеализъм заради собственото оцеляване. Но "производството" води скулптурата далеко от традиционните й начини на съществуване.

### **2.1. Футуристична скулптура**

Футуризмът е термин, който предполага много неща. Например, когато описваме нещо като футуристично, ние смятаме, че трябва да се разбира като технологичен и научен прогрес, който надхвърля днешната действителност.

Въпреки това футуризмът претендира да съдържа в себе си безброй възможности за развитие, за които винаги има признаци в настоящето, както футуристично конструираните автомобили, които ни представят в изискана реклама, се опитват да ни приближат към света, който тепърва предстои. Очевидно футуризмът предлага проста представа за сегмента на времето, който произтича от структурирането на нашия опит и език върху тристранната схема на миналото, настоящето и бъдещето.<sup>5</sup> Възможността за отричане е често една от характеристиките, които очакваме от нашите мислители и създатели, и тя е точно това, което Филипо Томазо Маринети и неговите последователи футуристи вярвали, че притежават в големи количества.

За тях футуризмът бил силно политизирана философия на съществуване, чиито корени са преди всичко в национал фашистката идеология, която пропагандирала отхвърляне на Великите сили, за които се е смятало, че са враждебно настроени и не допринасят за модернизиранието на Италия. Настояването за унищожаване на италианското културно наследство е част от тяхната бунтовническа реакция, насилствени действия, независимо дали в живота или изкуството, тълкувана като антидот за политическата, културната и психологическата летаргия.

Футуризмът, който практически е възникнал в Италия, се е развил и в Русия, а е имал отзвук и в Украйна (панфутуристи), Полша (Краковска и Варшавска школа), Унгария, Франция, Англия. Въпреки че се различават в много подробности, общо за руския и италианския футуризм е: ориентация към бъдещето, отхвърляне на културното наследство, оптимизъм, агресивно поведение (дързост, скандали, действие "напук", самоувереност). Съществената разлика е, че италианският футуризм е отявлен, милитаристичен, националистичен, а руският футуризм е революционен, обърнат към масите и демократизацията на изкуството. Разликите са се появили поради силната връзка на това направление с тогава съществуващите политически идеологии и докато в Италия футуризмът е бил тясно свързан с фашизма, в Русия футуристите били обърнати повече към разрастващото се комунистическо движение.

---

<sup>5</sup>Humphreys, R., FUTURISM, Movements in modern art, Cambridge University Press, London, 1999, 14-20

Футуристите особено се вълнуват от нещата, създадени в края на 19 век от учения и фотограф Етиен-Жул Мари, чиито хронофотографски изследвания показват механиката на движение на хора и животни. Вдъхновени от идеята за "динамизъм", футуристите се опитват да представят обекта чрез усещане, ритъм и движение в своите образи, песни и манифести.

Такива характеристики са най-добре изразени в шедьовъра на Умберто Бочони, иконата на футуризма – скулптурата "Уникална форма на континуалност в пространството". Изборът на материал – лъскав бронз, придава вид на механизъм на тази скулптура на Бочони, която представлява идеална комбинация на футуристичните хора-машини. Скулптурата не изглежда да има ръце, въпреки че подобните на криле форми на раменните стави всъщност загатват ръцете. Но Бочони представя не само тялото, но и непосредствената му обстановка – въздухът, разсечен от движещата се фигура, т.е. формите, които приличат на пламък и започват от и показват движението на въздуха, което е резултат от силно динамичното движение.

## 2.2. Кинетична скулптура

Кинетичното изкуство (т.нар. изкуство на движението) реферира с тези произведения на изкуството, които се движат в пространството или създават визуални придвижвания. С това изображенията се прехвърлят в пространството, в което идеята за движение се реализира по различни начини.

Шефер отличава три вида движения, които се отнасят до произведенията на изкуството:

1. **Истинско движение**, мобили, подвижно осветление, движение, породено от вграден механизъм.

2. **Виртуално движение**, реакция на окото на наблюдателя на статични визуални стимули, т.е. създаване на оптична илюзия за движение и вибриране на статична структура, оптична илюзия за представяне на произведение на изкуството.

3. **Движение на наблюдателя пред произведението**, което променя визуалната форма и пространственото съдържание в естетическо мисловно тълкуване.

Кинетичното изкуство е изкуство на визуално тълкуване на движението като художествен принцип. Терминът произлиза от гръцката дума kinesis, движение, kinetikos, мобилност. Но не всяко изкуство, което включва движение, е "кинетично". От най-стари времена художниците са се занимавали с изобразяване на движението на хора и животни, коне в галоп, атлети, които тичат, птици в полет. С други думи, те се занимават с представянето на движението, но по-точно с обекти в движение, които имитират биофизични или механични процеси. Кинетичният художник не се занимава с представянето на движението, а се занимава със самото движение, с движението като неразделна част от процесите в природата.

Тази разлика между показаното (имагинерното), импровизираното и истинското движение не е достатъчна, за да се различава от другите изкуства кинетичното, което се занимава с природата на мобилността на самото произведение на изкуството. Не всички произведения, които се движат, се смятат за кинетични, нито всички кинетични произведения се движат. Кинетичната художествена творба има и други качества освен движение, движението трябва да произведе определен вид ефект. Не е достатъчно само творбата да притежава задвижващ механизъм. Ефект, съответстващ на кинетично произведение, може да бъде създаден от наблюдател, който се движи пред произведението или борави с него и го манипулира. Може да се случи, както в Op art, нито работата, нито наблюдателят да се местят, а ефектът пак да бъде кинетичен.

Първите кинетични произведения са реализирани в Русия непосредствено след Първата световна война. Въпреки че няколко художници – Татлин, Ротченко, Габо и Певзнер – са работили над една и съща идея едновременно, нейният най-ясен и най-силен израз се намира в "Реалистическия манифест", публикуван от Габо и Певзнер през двадесетте години на 20 век. Те критикуват футуризма поради вече споменатите недостатъци: *"Очевидно за всички е, че единственият графичен запис на серия моментални снимки на уловено движение не произвежда движение"*. След това те се отказват от изкуството на миналото и обявяват едно ново, динамично изкуство, изкуство на "художествени ритми".<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Gabo, N., Pevsner, A., Realist manifesto, Moscow, 1920, p. 16

При движение нишката (контурът) очертава определена област в пространството, създава форма или образ в пространството, и така скулптурата получава основните си характеристики. Това е парадигма, архетип на кинетичното изкуство. Мобилната творба на кинетичното изкуство създава форма в пространството с движение. Не е необходимо формата да е твърда, достатъчно е обектът в движение да очертава и дефинира определени части от пространството и да се появи някаква форма или образ като резултат от движението. Най-старата работа, която отговаря на тези изисквания, е „Кинетичната конструкция“ на Габо от 1920 г. Състои се от вибриращ метален прът, който се задвижва с двигател. Докато пръчката вибрира, се формира проста вълна, която е тънка и прозрачна като някоя нежна, мека ефирна ваза.

Десетилетие по-късно се създава следващата важна работа в кинетичното изкуство. Става дума за „Светлинна машина“ или "Светлинно-пространствен модулатор" на Ласло Мохоли-Наги. Той осъзнава смисъла на светлината в кинетичната конструкция. Светлината не само се пречупва на повърхността на машината, но създава и нов "скулптурен" елемент.

Движението в кинетичното изкуство датира от Александър Калдер, преди Габо и Мохоли-Наги. Калдер решава проблема с движението на силите по прост, елегантен и очевиден начин, като използва въздушен поток (аеродинамични обекти). По този начин няма нужда да се крие източникът на енергия или да се опитва да се интегрира в работата. В началото на тридесетте години той започва да прави това, което нарича "мобилен". В напълно развитата си форма мобилът се състои от плоски метални плочки, оцветени в черно или бяло или с основни цветове – червено, жълто и синьо. Плочките са отделни и са сглобени така, че да са подвижни. Когато се задвижват от въздушен поток, те се въртят с различни скорости и създават един вид контрапункт на движение. Въпреки че мобилите на Калдер са в синхрон с концепцията на Габо за кинетична скулптура, идеите му изглеждат нямат влияние върху него.

Кинетичната скулптура обаче не е нито живопис, нито скулптура според традиционните стандарти. Изглежда така, като че ли не ѝ достига сериозност и някои хора биха сметнали, че подходящото ѝ място е в магазин за играчки. Но след Втората световна война, и особено през 50-те години, кинетичната скулптура все повече привлича вниманието на сериозните художници.

С въвеждането на периодични компоненти и наменящо се статично художествено произведение в динамично светлинно събитие или в механично динамичен обект, в кинетичното изкуство се е разпространила идеята за скулптурите и обстановката (средата). Идеята на това изкуство е да показва / представлява модернистичен проект за техническо преобразуване и естетизация на съвременния свят. За по-голяма яснота ще групираме творбите в 4 групи:

1. Художествени творби, които включват реално движение
2. Статични художествени творби, които произвеждат "кинетичен ефект" посредством движението на наблюдателя
3. Художествени творби, които включват проекция на светлина
4. Художествени творби, които изискват участието на наблюдателя.<sup>7</sup>

### Глава 3. Мобилите на Калдер

Мобилите като форма на изкуство не са съществували до началото на 20 век, когато руските художници и първи създатели на кинетични скулптури Александър Родченко, Наум Габо и Владимир Татлин започват да експериментират. Когато става въпрос за мобили, това е пространствена форма, скулптура, която се движи пред наблюдателя, независимо дали се задвижва от въздушния поток или с помощта на някакъв механизъм.

Първият истински пробив става през 1920 г., когато американският художник Ман Рей съединил 29 закачалки за дрехи на принципа на "whippletree" механизъм. Той е нарекъл тази работа "Обструкция" и тя се смята за първото висящо произведение на кинетичната скулптура. В края на 1920г. Бруно Мунари – италиански художник, дизайнер и изобретател, започва да прави така наречените от него "Безполезни машини" – произведения на изкуството, които могат да взаимодействат със своята среда. Някои от тях приличат на това, което в модерното изкуство ще стане мобил<sup>8</sup>.

Другият пробив, далеч по-голям, става в началото на 1930-те, когато американският скулптор и дипломиран инженер Александър Калдер започва да

---

<sup>7</sup> Kiril Beret je napravio ovu podelu prema afinitetima umetnika koji su se bavili kinetičkom umetnošću.

<sup>8</sup> <http://www.houzz.com/ideabooks/34454524/list/the-mobile-as-art>



прилага whippletree механизма по нов начин. Калдер е американски художник, известен с иновативните си метални и жични връзки, които се активират в пространството от въздушните струи.

Калдер, просто и практично ориентиран, е сред няколкото американски художници, постоянно пребиваващи в Париж през 20-те години на 20 век. През годините, прекарани в Париж, Калдер активно участва в изложби и със своя уникален принос бързо се превръща в много разпознаваем художник.

Към края на 1933 г. Калдер се завръща в Ню Йорк. Той прави две ателиета – в града и в стара фермерска къща в Роксбъри, Кънектикът – които стават негово основно местопребиваване до края на живота му. Калдер разширява репертоара си на форми в своите мобили от сфера до дискове и накрая до органични форми на растения и животни.

През 50-те и 60-те години на миналия век Калдер продължава да организира множество изложби, включително ретроспекция в музея "Гугенхайм" в Ню Йорк през 1964 г., с което укрепва позицията си като любимец на публиката. Като цяло, това става благодарение на неговите "колоритни творби" – той обикновено използва червено, синьо и жълто, заедно с черно и бяло, а публиката, както и много художници, смятали, че творбите му не изискват никакво необичайно тълкуване и артистично преживяване. Неговите мобили обикновено са описвани като еволюция на детската радост у наблюдателя.

### **3.1. Еволюция на произведенията на Калдер**

Мобилите на Александър Калдер, с появата им в началото на 30-те години на 20-ти век, представляват нова значима насока в скулптурата. Те са висящи балансирани конструкции от жици и различни видове форми, прикрепени и поставени така, че да се движат от въздушната струя. Те са с различни размери, вариращи от малки формати до огромни конструкции.

В първите версии на мобилите често се използват стъклени или керамични части, а по-късно те са изработени изключително от плоски метални форми (плочи). Калдер успява да интегрира "естествено" движение в скулпториптура, съставена от елементи, които са много добре претеглени и балансирани.

Въздухът регулира и задейства контурите, изработени от тел, които вибрират гладко с леко люлеене. Основната хармония се състои в баланса между частите, независимо от относителната им позиция във всеки един момент по време на движението.

Контактът със сюрреализма позволява на Калдер да сбъдне поетичните възможности на естественото, а не на напълно контролирано движение. Той заимства биоморфни форми от Хуан Миро и започва да гледа на мобилите като на плоски органични системи, треперещи листа, морски животни, плувачи в морето и др. Непредвидими и постоянно променливи, те съдържат четвъртото измерение като важен елемент от тяхното изграждане.

В мобилите на Калдер основният тон премахва сантименталния подход към машината, а акцентът се поставя върху ритмичната основа на дизайна чрез физическото представяне на движението. Мобилите не са просто предназначени да ни забавляват, те имат дълбоко, метафизично значение. Еволюцията на произведенията на Калдер е по същество еволюция на пластичното изкуство на 20-ти век. Традиционното натуралистично представяне преминава от опростяване на експресионистичното изражение към пластична концепция, основана на образи от естествения свят като източник на абстрактни елементи на формата. Калдер първо редуцира обема до контурни линии, приличащи на някакъв вид пространствена калиграфия от тел, като в същото време акцентира на същината на формата. По-късно при него расте интересът към базисност на пластичните операции, текстура на контраста, основен цвят, прости ритми, докато накрая създаде съчетание на тези елементи, които не са толкова интересни като сбор от знаци, а е важна тяхната същност.<sup>9</sup> И точно в този синтез на елементи се крие най-голямото качество на Калдер.

#### **Глава 4. Семиологично-информационен анализ на произведенията на Калдер**

Семиологията, просто казано, представлява научна дисциплина, която се занимава с изучаване на системите от знаци, чиято цел е да предават различни видове информация. Знакът е това, което възприемаме от околния свят, и чрез

---

<sup>9</sup> Sweeney, J.J. Mobiles by Alexander Calder, exh. cat. (New York: Pierre Matisse Gallery, 1934).

който установяваме комуникация, която има различни значения. В семиологията той е насочен към субекта, към нещо, което той представлява, показва и обозначава; такива са: идеята, обектът, състоянието или събитието, с което непряко го въвежда в природните (исторически) лингвистични или официалните научни и визуални езици.

Със знаците на естествените езици се занимава езикознанието, формулните знаци са свързани с математиката и логиката, а със знаците на визуалните, акустичните и поведенчески езици се занимават семантичните или семиологичните теории на изкуството и естетиката.

Що се отнася до художествените знаци, т.е. към изобразителните или скулпториптурните знаци, те обикновено се възприемат с очите, като със скулпториптурата е свързано и чувството за допир. В живописата – картината, в скулптурата – творбата, насочват към нещо, т.е. живописният (скулптурният) знак, който е двуизмерен (триизмерен) елемент, представлява, показва или бележи творението, неговата идея, предмета, състоянието или събитието, с което се въвежда в процеса на предаване на значението на картината и живописата, на обекта и скулптурата.

Въпреки че тези знаци не са стандартизирани и дефинирани от правописа и граматиката, както при знаците на естествения език, те утвърждават значението си с пиктуралния и скулптурен външен вид; с правилата за употреба или кореспонденцията, които художникът негласно или явно установява в света на изкуството. Всяко художествено произведение може да се опише, да се обясни или да се тълкува като знак или като структура от знаци, но само някои дялове на модернизма и постмодернизма са реализирани по този начин – да могат да се появяват и да бъдат наблюдавани като знак.

Семиологията на живописата и скулптурата представлява научни метаезикови методи за описване и обясняване на картината, на скулптурата като изрази със специфично значение и като знакови парадигми на системите, на контекстите и практиките. Семиологията реализира енигматичната операция четене на видимото и осъзнава разбираемостта, т.е. разбиране на смисъла на живописата / скулптурата. В допълнение тя изяснява механизмите на тяхното артикулиране в творческия акт, в процеса на четене и дешифриране, т.е. в

действието на естетическото съзерцание и наладата за окото в картината / скулптурата."<sup>10</sup>

В рамките на теорията на информацията и кибернетиката се развива и естетическата теория, чиито водещи представители, освен Макс Бензе, са Умберто Еко и Абрахам Мол. От края на 50-те и през 60-те години тя се преименува в неоконструктивизъм, в реализиране и интерпретация на кинетичните, компютърните и кибернетични творчески произведения. Тази теория важи и за естетиката на конкретната и визуална поезия, защото позволява разширяване на дискурсивния модел на класическата поезия към нетипичните комуникационни системи каквито са: визуалните, звуковите и жестикуларните.

В изобразителното изкуство естетическата информация не само предава посланието (съдържание, новини, смисъл), но и визуално го показва. Естетическите представи за красивото, грозното, комичното и трагичното показват известна неопределеност. Абрахам Мол подчертава информационния характер на художественото произведение, защото художникът винаги иска да предизвика отзвук в душата и чувствата на индивида, който гледа, чете или чува неговото произведение. Мол разграничава неестетическата семантична информация от естетическата, защото естетическата информация е полуописателно послание, което повече загатва, отколкото показва и говори.

Според Еко ключова част на произведението на изкуството е, че несигурността на комуникацията лежи в основите на съвременното изкуство. В нашия случай, а именно творчеството на Калдер, е особено важно неговото тълкуване, което е свързано със създаващия и с възприемащия произведението на изкуството, особено за творбите, които са структурно завършени и оформени, и които са отворени за различни интерпретации.

Естетическото и семиологичното послание, което ни изпраща Калдер, получават "естетическа функция, чиято структура е двусмислена, а самата тя е авторефлексивна, т.е. иска да привлече вниманието на получателите, преди всичко със собствените си форми..."<sup>11</sup> и чиято еманация във всички негови мобили се доближава и кореспондира не само с отворената творба, творбата в

---

<sup>10</sup> Šuvaković M. Pojmovnik moderne i postmoderne likovne umetnosti i teorije posle 1950.godine, SANU i Prometej, Beograd-Novii Sad, 1999, s. 332.

<sup>11</sup> Eко U. Kultura, informacija, komunikacija, Nolit, Beograd, 1973, s.71.

движение, но и с репетитивността на серийния достъп, с комуникационните процеси, т.е. с почти всички идеи на семиотичните принципи, които са изследвани от Еко.

Движението в Калдеровата скулптура само по себе си представлява асоциативно показване на материята в синхронизиран поток, което чрез цялостния си кинетизъм (корелацията пространство - време) оформя и безкрайния структуриращ, мобилен поток по протежение на Вселената. Този факт говори за непосредствена комуникационна връзка, т.е. за сравнителния характер на взаимна, пряка или косвена конюгация между космическите тела, които го създават. Тези констатации категорично ни показват Калдеровото вдъхновение, което обикновено произхожда от Планетариума, обект третиран като популяризаторски посредник, чрез който се изживява Вселената и непосредствено се осъществява нагледна комуникация на интерактивния интегриран процес на движението.

Мобилите на Александър Калдер не заемат пространството единствено чрез обемна форма, но и го владеят, дисперсирайки в равнинно оформени извити или плоски форми, които са клон на принципа на планетните системи в космоса. В своите вече зрели висящи скулптурни творби, управлявани от въздушна струя, Калдер презентира инцидентното движение, причинено от движение на въздуха, но го контролира с внимателно калибрирана система на тегло и баланс.

Формата (образът), пространството и цветът във взаимна корелация представляват същинската функция, чрез която се осъществява ясното разпознаване и класификация на Калдеровите обекти. Когнитивната система по принцип използва първичната форма като визуална функция на обекта, чрез която се постига дадена дидактическа информация независимо от гносеологичното ѝ тълкуване.

Оформянето на пространството е акомодирано в зависимост от формите, които го създават, така че формата е определяща за визуалния облик на обемните или планарните (равнинните) обекти. Нейната *Фундаментална характеристика* на естественост, чрез която артикулира геометрично или антропоморфно визуално усещане, както и нейният характер на кохабитиране с пространството, в зависимост от това дали е еднакво (отворена или затворена) перфорирана,

предлага възможност да бъде тълкува като онтологична, но и символична проява на обекти. Символичната функция на формата по същество е точно тази, която дава възможност на реципиента да си създаде персонално отношение в контекста на съответното проявление, обективното възприятие и латентното субективно преживяване, което позволява интерпретиране на формата относно нейното значение чрез когнитивните механизми на съзнанието.

Цветът има основно значение в оформянето или додефинирането на предмета (двуизмерна форма или триизмерен обект), чрез което получава завършен контемплативен вид който прераства в художествена визия. Дефинирането на цвета в Калдеровите мобили, според изявленията на художника, е второстепенна практика, прилагана само в контекста на визуално отделяне на обектите.

## **Глава 5. Структуралистичен дискурс в работата на Калдер**

За да обясним структурата, първо трябва да се спрем на материята. Тя се дефинира обикновено като вещество, от което са създадени физическите обекти, т.е. това, което може да се усети визуално, сетивно и тактилно, и да притежава видими и невидими за човека физически характеристики. Макар в науката да доминира материалистическо- диалектичната теория, няма ясно дефинирана теория за материята. Тя просто се дефинира като едновременно проявление на масата и енергията, които съществуват във времето и пространството.

Но нека да се съсредоточим върху проблема със *структурата*, чието общоприето значение е сумата от взаимосвързаните елементи и тяхното взаимодействие и чиито специфични и общи свойства се определят от правилата на цялото, т.е. от вътрешните отношения на елементите. Тъй като структурата е съставена от елементи, които са обусловени един от друг, всяка система се различава от другите системи, т.е. от вътрешната връзка на елементите, които изграждат нейната структура.

В теоретичните подходи, които предхождат структурализма, понятието структура се свързва със съдържанието, целостта, стила или света, така че се приближава до понятието за целостта на произведението. За разлика от

традиционните подходи, структурализмът тясно свързва структурата с понятията за разлика, функция, ниво и противоположности.

Сръбският историк и изкуствовед-теоретик Мишко Шувакович подчертава, че в сферата на изкуствата са в употреба две определения за структура. Първото от тях се отнася за "теоретично-структуралистичната дефиниция, която показва, че понятието структура не се отнася за емпиричната реалност, а за моделите, които са конструирани според структурата и които я показват, описват и интерпретират." За разлика от първата дефиниция втората технически определя структурата като "отношение на повечето елементи, които създават цялото или системата."<sup>12</sup> Но сръбският философ Никола Милошевич, който се интересува от невралгичните точки на структурата, ще подчертае несъгласуваността между идеала за необходимостта и реда от една страна и на емпиризма, който е символ на разнообразието и безпорядъка от друга. Изправен пред този вид дуализъм в понятието структура, Клод Леви-Строс, а по-късно и Мишел Фуко, ще го въведат като ключов за структуралистичната доктрина. Но за Милошевич тази дилема ще бъде нерешима, защото чрез понятието структура двамата посочени автори се стремят да разделят двете равнища (структурно и емпирично).

Структурата в областта на изкуството обаче представлява йерархия на елементите, които изграждат формата, т.е. закона или правилото на реда. Следователно тя не означава композиция в художествен смисъл, тъй като художествената композиция се оформя и се формулира като конкретен пример за естетична или художествена организираност в едно произведение. Но от друга страна, като комплексно отношение между елементите на изобразителното изкуство, структурата е художествен и концептуален порядък и позволява създаването на композиция в рамките на някаква цялост.

За разлика от живописната, пиктурална структура, която е плоска, скулптурната структура е веществена и обемна, а ние ще добавим и времева, особено когато става дума за мобилни скулптури и техните звуци / шумове, които произвеждат при движението си. Относно художествената структура Шувакович ще констатира, че "изобразителната структура е детерминирана от културата, от нейния определен начин и ефект на установяване на значенията,

---

<sup>12</sup> Šuvaković, M. Pojmovnik moderne i postmoderne likovne umetnosti i teorije posle 1950.godine, SANU i Prometej, Beograd-Novı Sad, 1999, s. 330.

на смисъла и ценностите, и затова се определя като продукт и ефект на знаковата практика, т.е. като визуален и художествен текст. "<sup>13</sup>

В теорията на изкуството на 20-ти век са диференцирани два подхода към термина структура. Единият подход е теоретично-семиологичен, според който структурата се третира като теоретичен модел, който може и трябва да се прилага в анализирането на всяко отделно произведение, независимо от стила, посоката или епохата, докато вторият подход е поетично-структурен. Той е присъщ на неоконструктивното изкуство, на минимализма, на концептуализма, на изкуството на знака, така че във всички тях се показва структурата, която е рамката на смисъла и на плана за създаването на произведения на изкуството.

Що се отнася до *структурализма*, който се появява във Франция през 50-те и 60-те години на миналия век като теоретично интердисциплинарно движение, той се основава на формално-структурното тълкуване на културата и символизацията на природата. Всъщност в основата си той отбелязва редица хуманистични и научни изследвания в динамиката на различните системи. Също така не е случайно, че той е широко разпространен в изследвания в областта на изкуството, философията и естетиката като техен клон.

Структуралистичният интердисциплинарен характер обхваща повечето социални науки като: лингвистика, антропология, психоанализа, литература, естетика (която прилага различни структурни модели: семиотика, семиология, теория на информацията), структуралистична теория на визуалните изкуства и др. В областта на изкуството може да се посочат най-различни движения, които се позовават директно на тази теория, като например: неоконструктивизмът, новите тенденции, кинетичното изкуство, компютърните изкуства, постгеометричната абстракция, първичните структури, минималистичното и постминималистичното изкуство. Тези движения могат да се нарекат структурални или структуралистични, защото преди всичко художественото произведение се разглежда като модел на елементите и на техните отношения, а не като творчески интуитивни явления.

Но е време да се съсредоточим на подвижното, т.е. на кинетичното изкуство, което е най-ефективно в областта на скулптурата, защото към нейната триизмерна структура освен движението е добавено четвъртото измерение –

---

<sup>13</sup> Šuvaković, M. Pojmovnik moderne I postmoderne likovne umetnosti I teorije posle 1950.godine, SANU i Prometej, Beograd-Novı Sad, 1999, s.330.



времето. За мобилните триизмерни произведения същността е движението. То включва няколко типа движения, но на първо място е физическото, което е част от динамиката. Кинетиката изследва взаимоотношенията между движенията на телата и силите, действащи върху тях, така че скулптурните произведения, които се движат или имат движещи се части, представят този основен елемент. Компонентите на такива скулптури се задвижват от въздушни течения, с електромеханични, с магнитни устройства и днес с най-модерните електронни механизми.

Първите мобили на Калдер, които извършват механични движения, се появяват през 1932 година. Той използва механиката и нейните методи само като средство за постигане на естетическата цел. Мобилите са изработени като своеобразни трайни висящи инсталации, най-често оформени по примера на абстрактното изкуство. Такива скулптури със свободни движения създават сложна игра от комбинации, придаващи на произведенията своеобразен живот в пространството, в което функционират, независимо дали са поставени в интериор или екстериор.

Това, което е важно за Калдер, е че със своите висящи мобили предвижда изкуството на подвижната инсталацията, която с помощта на съвременните технологии е особено актуална днес в света на изкуството. В този смисъл изкуството на движението се превъща в метафорична връзка между времето и художественото действие.

Сега ще се съсредоточим върху мобилната творба "Червения полигон", изработена през 1961 г. Това произведение представлява част от едноименен цикъл. Калдер е считан за инженер на красотата, затова както всичките му мобили, така и "Червеният полигон" е физически, емоционално и интелектуално лек, прозрачен, въздушен и плаващ, като леко се люлее над главите ни или спокойно се върти пред очите ни.

Подобно на другите този мобил е същевременно и движение, и мотив. Пластиката е съставена от червено оцветени плоски ламаринени плочи, свързани със стоманени жици. Телта, освен като основен елемент, представлява прави и извити линии, които ограничават пространството и създават виртуалните повърхности. Дори и неговите фигуративни, но и абстрактни мотиви с техните структури, стават абстрактни чрез движението. В тази система

на отношения Калдер определя значението на композиционната и на материалната структура на произведенията, т.е. на творбите, които функционират като едно цяло.

Както вече посочихме, терминът структурализъм съдържа в себе си модела на константните отношения на структурата и нейните части в динамиката на различните системи. От структурна гледна точка в посоченото произведение на Калдер четиринадесетте елемента-части са йерархично разположени в целостта на композицията, участват със своите различия както в отделните размери и форми, така и със своите отношения, които имат геометрично-математически и физически характер. Следователно структурата на изобразителната композиция, която е сложна, не е артикулирана от Калдер само в концептуалния, но и в естетическия смисъл, който е тясно свързан с понятията разлика, функция, равнище и противоположности.

Структурата в творбите на Калдер се проявява като автономна цялост, като мрежа или система от логически отношения, в които освен материалната структура и стиловият геометрично-математически компонент са инкорпорирани и значенията на визуалните, пространствено-времевите, кинетичните явления и знаковите феномени.

Всички тези феномени при Калдер представляват един вид комуникация, като една от многобройните системи от знаци, с които авторът посредничи между човека, изкуството и природата. Ето защо тази творба, както и другите мобили, създадени в духа на геометричните методи, генерирани от биоморфния свят, ознаменува символизирането на природата.

## **Глава 6. Механиката като инструмент в ръцете на художника**

Когато става дума за художник от ранга на Калдер, той сам по себе си лингвистично е синоним на "пионер на кинетична скулптура", а наблюдението на неговите биографични данни може да се третира и като алтернативна помощна операция в разбирането на творческия процес, съответстващ на термина кинетична скулптура. Александър Калдер, сам по професия машинен инженер, е повлиян от тогавашните идеи, чрез които се отхвърлят приетите и

утвърдени дотогава основни научни разсъждения за пространството и времето, смятани за отхвърлен и несъвместим подход спрямо съвременното развитие на механичните принципи. Неговите динамични инсталации се основават на движение, а също така на търсене на "четвъртото измерение", но само и единствено в областта на скулптурата.

Като съвременник на "Модерната механика" (изследванията в контекста на Айнщайновата Теория на относителността, пространството и времето) Калдер има привидно автономен принцип на скулпторално действие в опит да се разграничи от научните констатации, като тях той съзнателно реформира в по-дълбок съществен подход към концептуалното представяне, чрез което художественото произведение – област в която всъщност твори и изследва, може би "интуитивно и спонтанно", същата научна проблематика (тоест кинетиката) – вече придобива вид на художествено произведение – кинетични скулптури.

Ако бихме се опитали да обясним принципа на създаване на Калдеровото изкуство, създава се пространство за формулиране или т.нар. своеобразен подход в анализирането на проблемите, които принадлежат към една строго дефинирана научна област, която всъщност е постулат на физичните закони, които управляват Вселената.

## **6.1. Раздели на механиката**

Механиката (Mechane), е наука за движението; това е понятие, което произхожда от старогръцката дума mechane (μηχανή), и означава инструмент, машина. Като научна дисциплина тя е част от физиката и математиката и се занимава с изучаване (изследване) на движението или равновесието на материални тела под влиянието на определена сила, която инициира процеса на движение. Целта и задачите на механиката са да изучи всички видове движения, при което да проследи физичните закони, които ги управляват и да ги представи с помощта на математически символи-модел.

- Механиката се дели основно на:

1. Теоретична – обща (аналитична)
2. Техническа (приложна)

**Теоретичната (аналитична) механика** изследва явленията чрез принципите на емпиричното знание, определяйки ги с математически символи и модели (семантичен информационен анализ на знаци и символи) \*.

**Техническата механика** пък от друга страна използва познанията, придобити от теоретичната механика, които прилага за различни технически съоръжения, по-точно – тя реферира към изследвания, които се отнасят до техническата практика.

Теоретичната Рационалната механика се основава на трите закона на Нютон \*, които често пъти се наричат и основни аксиоми на механиката (*Axioma sive leges motus*) – факт, който ни говори, че тяхната достоверност непрекъснато се доказва чрез формите, което е практика в миналото, но и днес.

Ако изследваме задълбочено техническата механика в зависимост от областите, в които провежда емпирични изследвания, тя се разделя на:

- Механика на твърдите тела или стереомеханика;
- Механика на еластичните твърди тела или теория на еластичността;
- Механика на газообразните и на течните тела

## **6.2. История на механиката**

Историята, хронологичното проследяване на механиката в категорията на научните дисциплини, представя цялостното ѝ развитие като първична древна наука – толкова стара, колкото математиката, физиката и астрономията. Античните текстове, датиращи от периода на цивилизациите на стария свят, говорят за постижения, които предимно реферират към ранни констатации от близка до механиката научно-философска област. Експерименталните проучвания и резултати преди всичко са дело на античните астрономи, математици, философи. Закъснялото в контекста на останалите философски начинания развитие на природните науки и изкуството през научно пасивното Средновековие (края на IV, V век) оказва своето влияние чак до периода на хуманизма и Ренесанса и механиката достига своите кулминационни постижения в периода на XII до края на XIII век.

### **6.3. Статика**

Когато изследваме кинетичните скулптури на Калдер, независимо дали са висящи или стоящи подвижни мобили, се забелязва едно много сложно равновесие на елементите, които образуват цялото. По разполагането на тези елементи в структурата на системата осъзнаваме, че това е работа на автор, който, познавайки законите на статиката, много често е стигнал до решаването на конкретните проблеми при изработването на своите произведения.

Като много важен дял от принципа на изграждането и създаването на тези кинетични скулптури, както и поради значението в тяхната конкретна пространствена функционалност, ще продължим по-нататък с въпроса за статиката и нейните закони. "Статиката е дял от техническата механика, която изследва условията, при които материалната точка или материалното тяло под влияние на външни сили остава в равновесие, т.е. в покой.

### **6.4. Динамика**

Движението на тяло или система от тела ще бъде напълно определено, ако по време на движението бъде определено положението на която и да е принадлежаща им точка. С трите си закона Нютон обяснява това като основа на механичните принципи.

### **6.5. Механика на флуидите**

Околната среда, в която е поставено тялото, може да бъде въздушна и водна. Тези две среди се наричат с общото име флуиди, тъй като имат сходни механични свойства.

В това изследване от особено значение са въздушната среда и нейните особености, тъй като в тях екзистират кинетичните скулптури. Механичното влияние на въздушната среда върху кинетичната скулптура играе значителна роля в нейната пространствена функция. Това е серия от явления, изследвани от механиката на флуидите; те произтичат от взаимодействието на средата и твърдото тяло.

Движението на флуида около тялото и движението на тялото през флуида се третират като идентични феномени. Има два вида флуиден поток около даден обект – ламинарен и турбулентен.

### **6.5.1. Общо за аеродинамиката**

Аеродинамиката е област на науката, която изследва движението на въздуха, особено взаимодействието на въздуха с твърдо тяло. Тя е част от динамиката на флуидите и поради това повечето аспекти на теорията на аеродинамиката често се срещат в тази област.

При много проблеми в аеродинамиката силите, които имат голямо значение, са: подемната сила, силата на съпротивление, силата на тежестта. От тях подемната сила и силата на съпротивлението са аеродинамични сили, т.е. сили, които се случват изключително поради въздушния поток около тялото. Изчисляването на големината им обикновено се основава на предположението за континуитет на полето на струята. В такъв случай полето се характеризира със скоростта на потока, налягането, плътността и температурата, които могат да бъдат функция на позицията и времето.

### **6.6. Кинетични вериги**

След това трябва да се спрем на обяснението на кинетичните вериги. Вериги от свързани кинетични двойки се наричат кинетични вериги. Връзките в тези кинетични системи са под формата на ротационни или транслационни връзки. Кинетичните вериги са много важни в роботиката и особено в биомеханиката. Механизмът на всеки робот, както и на живите същества, всъщност представлява кинетична верига. По структурата си като цяло мобилите на Калдер също могат да бъдат разгледани от тази гледна точка. Художникът всъщност пренася тази структура в работата си като инспирирана от биоморфния свят.

Нека разгледаме някои видове кинетични вериги. Първо, кинетичните вериги могат да бъдат разделени на прави и разклонени. Прави вериги са тези, които включват само една редица от сегменти, като всеки сегмент има две връзки – предходна и следваща – и само крайните в редицата имат по една връзка. Разклонените вериги са по-сложни и се разклоняват в множество

редици. В скулптурите на Калдер се срещат и двата начина на свързване на елементите в структурата на произведението.

Според различната си структура и заради различните – висящи и стоящи – мобили, тяхната верига може да бъде от прост или разклонен тип. Имаме примери, в които присъства единият или другият, но най-често става дума за полуотворени кинетични вериги.

## **Глава 7. Статика на скулптурата "Червен полигон"**

Когато става въпрос за произведението "Червен полигон", което е във фокуса на интерес на това изследване, трябва да се каже, че цялата скулптура се намира в стабилно равновесие, а всички нейни 13 лостови нива – в ротационен баланс. В продължение на това изследване ще направим аналитично изчисление на силите, които действат върху статиката на всички нива на системата.

При изчисляване на статиката на кинетичната скулптура трябва да се има предвид следното. Ако носачите (лостове, жици), на които са окачени фигурите-елементи на системата (художествения обект), са много леки, теглото им може да бъде пренебрегнато. В нашия анализ, поради размера на скулптурното произведение и най-вече за по-голяма точност на изчисленията, тежестта на носещите части ще бъде взета под внимание.

### **7.1 Измерване на скулптурата "Червен полигон"**

Скулптурата "Червен полигон" на Александър Калдер е част от едноименната му серия от скулптурни произведения. Тя е собственост на колекцията на националния институт Музей за съвременно изкуство в Скопие.

За нуждите на моето изследване в помещенията на галерията на МСИ-Скопие в присъствието на отговорно лице (куратор) е заснет фото и видео материал, както и бяха подробно снети всички размери на скулптурата.

### **7.2. Изчисляване на теглата на отделните части на скулптурата**

Тъй като не можем физически да измерим теглото на всички отделни части на кинетичната скулптура "Червен полигон", вместо това трябва да

преминем към изчислението им според размерите и специфичното тегло на материала.

Това изчисление ще бъде направено както за плочките, от които е съставена скулптурата, така и за металната жица (телта), която ги свързва. Така резултатите от по-нататъшните изчисления, които ще получим, ще бъдат по-надеждни.

Започваме с изчисляването на теглото на фигурите (плочките) от първо ниво и нагоре. Те са с твърда (неподвижна) връзка към телта във всичките 13 нива на конструкцията.

**- Изчисляване на теглата на фигурите в Ниво 1**

$\gamma$  – специфична тежест на стоманата;

$a_1/a_2$  – дължина на основата на триъгълника

$h_1/h_2$  – височина на триъгълника

$\delta_1/ \delta_2$  – дебелина на фигурата

$$G_1 = \frac{1}{2}(a_1 \cdot h_1 + a_2 \cdot h_2)\delta \cdot \gamma = \frac{1}{2}(0,75 \cdot 1,02 + 0,75 \cdot 0,49)0,011 \cdot 78,5 = 0,49[N]$$

$$G_2 = \frac{1}{2}(a_1 \cdot h_1 + a_2 \cdot h_2)\delta \cdot \gamma = \frac{1}{2}(0,95 \cdot 0,76 + 1,18 \cdot 0,486)0,012 \cdot 78,5 = 0,61[N]$$

- **Ниво 2** -  $G_2=0,65[N]$

- **Ниво 3** -  $G_2=0,64[N]$

- **Ниво 4** -  $G_2=0,77[N]$

- **Ниво 5** -  $G_1=0,365[N]$

- **Ниво 6** -  $G_1=0,487[N]$

- **Ниво 7** -  $G_2=0,95[N]$

- **Ниво 8** -  $G_2=1,64[N]$

- **Ниво 9** -  $G_1=0,59[N]$

- **Ниво 10** -  $G_2=2,01[N]$

- **Ниво 11** -  $G_2=1,58 [N]$

- **Ниво 12** -  $G_2=5,215[N]$

- **Ниво 13** -  $G_2=7,28[N]$

След това ще преминаем към изчислението на теглото на жиците, като също започваме от Ниво 1 нагоре:

**- Изчисляване на теглото на тел в Ниво 1**

$S_1$  – дължина на телта (първа част)

$S_2$  – обиколка на кръга, който се намира между точките А и В  
( $S_2=D \cdot \pi=7 \cdot 3,14=22[mm]$ )

$\delta$  – дебелина на телта

$q$  – тежест на телта на единица дължина  
тежест на телта

$$T_1 = q \cdot S_1 = 0,222 \cdot 0,115 = 0,0255 [N]$$

$$T_2 = q \cdot S_2 = 0,222 \cdot 0,022 = 0,005 [N]$$

- **Ниво 2**-  $T_1=0,036[N]$  ,  $T_2=0,004[N]$  ,  $T_3=0,0046[N]$

- **Ниво 3**-  $T_1=0,049[N]$  ,  $T_2=0,004[N]$  ,  $T_3=0,0048[N]$



- **Ниво 4-** T1=0,062[N] , T2=0,004[N] , T3=0.0048[N]
- **Ниво 5-** T1=0,044[N] , T2=0,0046[N] , T3=0.0046[N]
- **Ниво 6-** T1=0,057[N] , T2=0,0042[N] , T3=0.0042[N]
- **Ниво 7-** T1=0,083[N] , T2=0,011[N] , T3=0.0007[N]
- **Ниво 8-** T1=0,101[N] , T2=0,0113[N] , T3=0.0067[N]
- **Ниво 9-** T1=0,064[N] , T2=0,005[N] , T3=0.0076[N]
- **Ниво 10-** T1=0,22[N] , T2=0,023[N] , T3=0.011[N]
- **Ниво 11-** T1=0,29[N] , T2=0,0231[N] , T3=0.0127[N]
- **Ниво 12-** T1=0,34[N] , T2=0,058[N] , T3=0.021[N]
- **Ниво 13-** T1=0,512[N] , T2=0,085[N] , T3=0.0416[N]

### 7.3 Намиране на центъра на тежестта на фигурите (плочите)

Следващата стъпка е намирането на центъра на тежестта на всички елементи (плочи), които са общо 14 на брой. Важно е да определим точно дължината на раменете. Тъй като плочите са неподвижно свързани към телта, дължината на рамото се пренася от точката на ротация до центъра на тежестта на плочата. Тази операция се извършва с помощта на програмата Autocat.

#### Ниво 1

##### Плоча 1

$$A1 = \frac{a \cdot h}{2} = \frac{95 \cdot 76}{2} = 3610 [mm^2]$$

$$A2 = \frac{a \cdot h}{2} = \frac{118 \cdot 48,6}{2} = 2867 [mm^2]$$

**t<sub>1</sub>=27,3[mm]**- разстояние от центъра на тежестта на единия триъгълник до точка А

**t<sub>2</sub>=72[mm]**- разстояние от центъра на тежестта на другия триъгълник до точка А

Разстоянието от точка А до центъра на тежестта на плоча 1

$$X_{T1} = \frac{A1 \cdot t_1 + A2 \cdot t_2}{A1 + A2} = \frac{1837 \cdot 27,3 + 3825 \cdot 72}{1837 + 3825} = 58 [mm]$$

##### Плоча 2

Разстоянието от точка В до центъра на тежестта на плоча 2

$$X_{T2} = \frac{A1 \cdot t_1 + A2 \cdot t_2}{A1 + A2} = \frac{3610 \cdot 47 + 2867 \cdot 71}{3610 + 2867} = 57,5 [mm]$$

#### Ниво 2

-Разстоянието от точка В до центъра на тежестта на плоча 3 - X<sub>T1</sub>=60[mm]

**Ниво 3**

-Разстоянието от точка В до центъра на тежестта на плоча 4 -  $X_{T2}=90,4[\text{mm}]$

**Ниво 4**

-Разстоянието от точка В до центъра на тежестта на плоча 5 -  $X_{T2}=81,6[\text{mm}]$

**Ниво 5**

-Разстоянието от точка А до центъра на тежестта на плоча 6 -  $X_{T1}=50,8[\text{mm}]$

**Ниво 6**

-Разстоянието от точка А до центъра на тежестта на плоча 7 -  $X_{T2}=6,5[\text{mm}]$

**Ниво 7**

-Разстоянието от точка В до центъра на тежестта на плоча 8 -  $X_{T2}=99,3[\text{mm}]$

**Ниво 8**

-Разстоянието от точка В до центъра на тежестта на плоча 9 -  $X_{T2}=104[\text{mm}]$

**Ниво 9**

-Разстоянието от точка А до центъра на тежестта на плоча 10 -  $X_{T2}=27[\text{mm}]$

**Ниво10**

-Разстоянието от точка В до центъра на тежестта на плоча 11 -  $X_{T2}=86[\text{mm}]$

**Ниво11**

-Разстоянието от точка В до центъра на тежестта на плоча 12 -  $X_{T2}=122[\text{mm}]$

**Ниво12**

-Разстоянието от точка В до центъра на тежестта на плоча 13 -  $X_{T2}=200[\text{mm}]$

**Ниво13**

-Разстоянието от точка В до центъра на тежестта на плоча 14 -  $X_{T2}=198[\text{mm}]$

#### **7.4. Аналитично изчисляване на статиката във всички тринадесет нива на скулптурата**

При по-нататъшните изчисления за положителна посока на силите се взема направлението на оста. За моментите положителната посока се приема да е обратно на часовниковата стрелка, а отрицателната – по посока на часовниковата стрелка. След това продължаваме с изчисляването на силите, които действат в отделните нива на скулптурата. Сумата от силите, които действат на всяко ниво, трябва да е равна на нула. Моментът на въртене наляво от точка **С** (**центъра на тежестта**) трябва да бъде равен на момента на въртене от дясната страна. Точка **С** е центърът на ротация и се определя по следния начин: необходимо е моментът на въртене в точка **А** или **В** да бъде равен на нула, а от това уравнение се определя разстоянието **a**, съответно **b**.

$F_1, F_2$  [N] - теглото на фигурата (тя е  $F=m.g$ ;  $m[\text{kg}]$  – маса на фигурата,  $g=9,81[\text{m/s}^2]$  - земното ускорение);

$l$ [mm, m] - разстоянието между фигурите;

$q$ [N/mm, N/m] - тегло на единица дължина (на носача);

$a$ [mm] - разстояние от точка А (плоча 1) до точка С;

$b$ [mm] - разстояние от точка В (плоча 2) до точка С;

$G$ [N] - тегло на телта;

$F_1$ [N] - сила от по-леката страна

$F_2$ [N] - сила от по-тежката страна

$\alpha$  - ъгъл от по-тежката страна

$\beta$  - ъгъл от по-леката страна

### Ниво 1

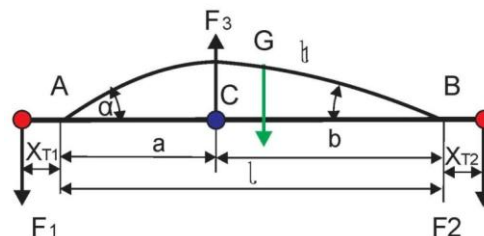
Силата в точката С:

$$\Sigma F_Y = 0$$

$$F_3 = F_1 + F_2 + G_1 + T_2 = F_1 + F_2 + q \cdot l_1 + T_2$$

$$F_3 = 0,49 + 0,61 + 0,115 \cdot 0,222 + 0,005 = 1,13[\text{N}]$$

Разстоянието от точка А до С:



Силите, които действат в ниво 1

$$\Sigma M_C = 0$$

$$F_1 \cdot (X_{T1} + a) = q \cdot l_1 \cdot \left(\frac{l}{2} - a\right) + F_2 \cdot (b + X_{T2})$$

$$F_1 \cdot (X_{T1} + a) = \frac{q \cdot l_1 \cdot l}{2} - q \cdot l_1 \cdot a + F_2 \cdot (l - a + X_{T2}) \Rightarrow$$

$$a = \frac{F_2 \cdot (l + X_{T2}) - F_1 X_{T1} + \frac{q \cdot l_1 \cdot l}{2}}{F_1 + F_2 + q \cdot l_1}$$

$$a = \frac{0,61 \cdot (0,094 + 0,0575) - 0,49 \cdot 0,058 + \frac{0,222 \cdot 0,115}{2} \cdot 0,094}{0,49 + 0,61 + 0,222 \cdot 0,115} = 0,057[\text{m}]$$

$$a_1 = a / \cos 30 = 57 / \cos 30 = 66 [\text{mm}] \quad / \quad (63 \text{mm} - \text{Измереното на скулптурата})$$

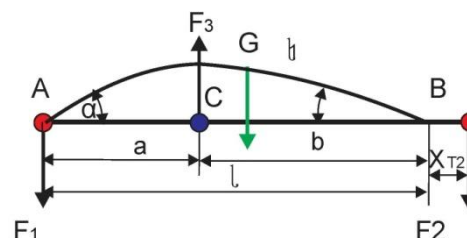
### Ниво 2

Силата в точката С:

$$\Sigma F_Y = 0$$

$$F_3 = F_1 + F_2 + q l_1 + T_2 + T_3 = F_1 + F_2 + T_1 + T_2 + T_3$$

$$F_3 = 1,13 + 0,65 + 0,036 + 0,004 + 0,0046 = 1,825[\text{N}]$$



Силите, които действат в ниво 2-13

$$a = \frac{F_2 \cdot (l + X_{T2}) + \frac{q \cdot l_1 \cdot l}{2}}{F_1 + F_2 + q \cdot l_1} = \frac{0,65(0,174 + 0,060) + \frac{0,2 \cdot 0,174 \cdot 0,18}{2}}{1,13 + 0,65 + 0,2 \cdot 0,18} = 0,0855[\text{m}]$$

$$a_1 = a / \cos 0 = 85,5[\text{mm}] \quad / \quad (86 \text{mm} - \text{Измереното на скулптурата})$$

### Ниво 3

$$a_1 = 86,4[\text{mm}] \quad / \quad (87 \text{mm} - \text{Измереното на скулптурата})$$

### Ниво 4

$$a_1 = 97[\text{mm}] \quad / \quad (100 \text{mm} - \text{Измереното на скулптурата})$$

<b>Ниво 5</b>		
<b>b1= 41,5[mm]</b>	/	<b>(42mm - Измереното на скулптурата )</b>
<b>Ниво 6</b>		
<b>b1= 61[mm]</b>	/	<b>(62mm - Измереното на скулптурата )</b>
<b>Ниво 7</b>		
<b>a1 =85 [mm]</b>	/	<b>(85mm - Измереното на скулптурата )</b>
<b>Ниво 8</b>		
<b>a1= 113[mm]</b>	/	<b>(115mm - Измереното на скулптурата )</b>
<b>Ниво 9</b>		
<b>b1= 84[mm]</b>	/	<b>(85mm - Измереното на скулптурата )</b>
<b>Ниво 10</b>		
<b>a1= 134[mm]</b>	/	<b>(137 mm - Измереното на скулптурата )</b>
<b>Ниво 11</b>		
<b>a1= 134[mm]</b>	/	<b>(128 mm - Измереното на скулптурата )</b>
<b>Ниво 12</b>		
<b>a1= 280[mm]</b>	/	<b>(284 mm - Измереното на скулптурата )</b>
<b>Ниво 13</b>		
<b>a1= 272[mm]</b>	/	<b>(270 mm - Измереното на скулптурата )</b>

## **Глава 8. Експериментално изследване**

С цел събиране и получаване на обективни, пълни, проверими и точни данни за явлението, което е предмет на това проучване, в методологичната процедура се използва техниката на експериментално изследване. В този случай се извършва лабораторно изследване – експеримент, който е прецизно проведен в условията на контрол на проучваните фактори. Експериментът е извършен в лабораторията по Механика на флуидите на Факултета по машиностроене към Университета "Св. Св. Кирил и Методий" в Скопие. Целта на този експеримент е да се определи въздействието на въздушните течения върху скулптурата "Червен полигон". Експерименталното изследване е направено върху умален модел с мащаб 1:16, геометрично подобен на оригинала – скулптурата "Червен полигон".

### **8.1. Основи на теорията на сходството**

От теоретична гледна точка дефинирането на реалните течения изцяло е изведено със система от нелинейни частни диференциални уравнения, чието аналитично решение е трудно осъществимо, т.е. практически невъзможно. Въпреки това, за да се получи приемливо решение и да се извърши неговият

анализ или анализ на експерименталните резултати, се използва теорията на сходството. Тази теория е много важна, защото може директно или чрез нейните отделни сегменти да бъде практически приложена при всички анализи на потоци. Теорията на сходство се състои от набор от правила за нейното прилагане.

За да могат получените резултати от измерванията, извършени по модела, да бъдат приложени към прототипа, е необходимо да се установят определени критерии. Въз основа на тези критерии се определя дали два потока са сходни; те се наричат критерии за сходство и се делят на: геометрични, кинетични, динамични, и термодинамични.

## **8.2. Провеждане на експеримента**

Експерименталните изследвания са извършени във въздушен (аеродинамичен) тунел с контролиран въздушен поток, предназначен за тестване на аеродинамичните характеристики на различните типове модели и аеродинамични профили. Въздухът във въздушния тунел се вкарва принудително през вентилатори, монтирани на входа на му. Обтичането на въздуха около моделите се осъществява в прозрачна измервателна секция с правоъгълно напречно сечение с размери 275 x 275 мм. Аеродинамичният тунел има система, която може да регулира скоростта на струята (въздушния поток) в прозрачната измервателна секция.

Максималната скорост на течението на въздуха, която може да бъде достигната, е 22 м/сек (80 км/ч). За да се получи еднороден въздушен поток в измервателната секция, се използва стабилизатор на въздушния поток, монтиран в началото на аеро динамичния тунел.

Моделът на скулптурата е изработен в мащаб 1:16, с което е изпълнено условието за геометрично сходство. Обтичането се извършва в затворена измервателна секция, в която може да се променя скоростта на въздушния поток (т.е. промяна на Рейнолдсовото число -  $Re$ ), с което е изпълнено условието за кинетично и динамично сходство. Въпреки че потокът се извършва в затворена среда, вентилаторите внасят въздуха с ниско статично налягане (от 50-300 Pa) и аеродинамичният тунел е от отворен тип, затова може да се каже, че околните среди на модела и на оригинала (скулптурата) са сходни.

Поведението на модела в контакт с въздуха се изследва в различни режими в областта на полето (различни скорости на въздуха). Експериментът се провежда с няколко различни средни стойности на скоростта на въздуха, вариращи от: 1,5; 2,3; 4,5; 5,5 и 6,5 m/s . Такова въздушно течение би могло да има, ако скулптурата е поставена във външно пространство, т.е. моделът (скулптурата) би бил обтичан с приблизително същата скорост по целия си обем.

Освен това бяха направени експерименти, при които моделът е поставен в различни начални позиции, в режим на въздушното течение със средна скорост на въздуха от 1,2 m/s, при което се установи, че с началото на въздушния поток моделът прави въртене по посока на потока, с най-високата си част в направлението на потока.

Освен това, с цел да се получи по-ясна картина на обтичането на въздуха около модела е проведен експеримент, при който в аеродинамичния тунел в непосредствена близост до скулптурата (модела) е поставена вертикална ос, на която са вързани серия от много тънки конци.

В края на това експериментално изследване направихме два експеримента при частично отворена прозрачна измервателна секция. Това симулира поставянето на скулптурата в стая с отворена врата или прозорец.

## **Глава 9. Компютърна симулация на въздушни течения в пространството, в което е поставена скулптурата „Червен полигон“**

Една от задачите на това изследване се фокусира върху определяне на полето на потока в пространството, в което е поставена скулптурата "Червен полигон", както и влиянието на скоростта на въздушното течение върху динамичното поведение (движение, баланс) на скулптурата. За тази цел е избран съвременен подход за определяне на потока, като се използва опростен модул за CFD симулиране (модул за симулация на потока), който е неразделна част от софтуерния пакет SolidWorks.

Всичко това беше симулирано във виртуална среда – софтуер, където направихме няколко анализа на триизмерен модел, от които ясно ще видим как въздухът и скулптурата взаимодействат в пространството.

Редица числови симулации се извършват при условия, подобни на условията на експерименталните изследвания. 3D цифровият модел на скулптурата е направен в мащаб 1:1 и показан в Прил.61. С оглед на това, че не става дума за големи статични налягания на въздушната струя в помещението (аеродинамичен тунел-измервателна секция), ще бъдат показани само резултати за сходството на потоците чрез въздействието на скоростта. В това изследване всички симулации и изчисления са проведени за случай, когато скулптурата е във фиксирана позиция (в покой).

Първата симулация, която е направена с поставянето на скулптурата под прав ъгъл спрямо въздушния поток, се отнася до първия момент от започването на потока, непосредствено преди началото на задвижването на скулптурата. Втората симулация е направена по такъв начин, че скулптурата е поставена под ъгъл от 45 градуса спрямо посоката на въздушните течения. Това се отнася и за първия момент на започване на потока, точно преди началото на движението на скулптурата. В третата симулация скулптурата е поставена в посоката на движение на въздушните течения, докато последният тип симулация беше направен, за да ни покаже линията на потока при поставянето на скулптурата в част от полузатворено помещение.

#### **IV. Резултати и обсъждане**

Калдер, който сам по професия е машинен инженер, бил повлиян от тогавашните идеи, чрез които се отхвърлят приетите до тогава основни научни интерпретации и разбирания за пространството и времето. Неговите динамични инсталации се основават на движение, а също така търсят "четвъртото измерение", но само и единствено в областта на скулптурата. Механиката по същество би могла да се счита за ценностен алгоритъм за Научни изследвания, които Художникът Творец съзнателно използва в конструирането (креацията) на художествената творба. В този смисъл с това изследване е направен по-подробен емпиричен анализ на скулптурата "Червен полигон" от гледна точка

на механиката. Това скулптурно произведение под формата на висящ мобил има внимателно балансиран компоненти, поставени в полуотворена права кинетична верига. Във фаза на покой и отсъствие на външни влияния, причинени от въздушни течения, цялата композиция на тази скулптура лежи във вертикална равнина. Сегментите се състоят от метални пластини и стоманени жици с тринайсет нива на съединяване. Системата им на сглобяване се състои от халки, които по същество представляват непрекъсната част от телта, която свързва плочите, като в половината от случаите между тях има трета халка. Разликата е значителна само на последното ниво, където имаме халка, запоена за стоманено въже, окачено на тавана.

По този начин може да се установи, че в лостовите нива I, II, III, IV, V и VIII имаме системи на сглобяване, състоящи се от две халки, докато на нивата VI, VII, IX, X, XI и XII имаме системи на сглобяване от три халки. В нива XI и XII средната връзка е във формата на кука, която има същата функция, тъй като дава по-голяма разлика на във височината на съединяването.

От това можем да заключим, че в нивата, където имаме връзка с две халки, хоризонталната ротация на сегментите е лимитирана и се движи около 90 градуса, а в нивата, където имаме свързване с три халки, ротациите би трябвало да са ограничени до около 180 градуса, но това все пак е в зависимост от дебелината на телта и от диаметъра на халките.

От това може да се види, че авторът, използвайки подвижните връзки, влияе върху възможностите, а именно върху обхвата на движение, поотделно на всички нива на скулптурата. Той артикулира целостта в промяната на формите, които тя получава, когато се движи.

По отношение на статиката на кинетичната скулптура "Червения полигон" беше направено аналитично изчисление за нейното определяне на всичките 13 лостови нива.

Резултатите, получени от аналитичното изчисление на статиката на скулптурата "Червен полигон" показват, че във всички нива на съединяване на скулптурното произведение сумата от момента на силите от дясната и от лявата страна е равна на нула. Освен това изчисленията дават дължините на рамената от центъра на тежестта до центъра на въртене, които трябва да бъдат идентични



с измерванията, направени върху скулптурата. Навсякъде е правено сравнение на дължината на рамото с дължината (а), която винаги е по-късата страна.

Това много ясно и пълно потвърждава първата поставена помощна хипотеза, която гласи: При положение на покой всички сглобяеми нива на скулптурата "Червен полигон" се намират в ротационен баланс.

С провеждането на лабораторен експеримент, при който поставихме скулптура (т.е. намален модел в мащаб 1:16, геометрично подобен на оригинала – скулптурата "Червен полигон") в аеродинамичния тунел за контролиран поток, предназначен за изпитания на аеродинамичните характеристики на различни видове модели и профили, получаваме интересни и важни данни за влиянието на въздушните струи върху скулптурата.

Експериментът се провежда с няколко различни средни стойности на скоростта на въздуха, вариращи от: 1,5; 2,3; 4,5; 5,5 и 6,5 m/s . Такова въздушно течение би могло да има, ако скулптурата е поставена във външното пространство, т.е. моделът (скулптурата) би бил обдухван с приблизително същата скорост по целия си обем.

С този експеримент показахме, че скулптурата "Червен полигон" при въздействие на въздушно течение от някоя посока се завърта в позиция, зависима от посоката на въздушното течение, като най-високата част (където са разположени плочите с по-голяма площ) е в посоката на потока. Решихме, че при по-ниска скорост на въздушното течение на скулптурата ѝ трябва повече време, за да заеме тази позиция, докато ако въздушният поток е с по-висока скорост, тази продължителност е по-кратка. По време на въздушния поток във всички случаи моделът се стреми да запази тази преди това заемана позиция.

С това се потвърждава втората спомагателна хипотеза, поставена в началото на това изследване: При външно влияние, циркулация на въздуха от определена посока, независимо от нейната начална позиция скулптурата "Червен полигон" се завърта по посока на движението на въздуха, с най-високата си част по посока на потока.

След като въздушното течение спре, скулптурата се връща в стартовата позиция при всички опити. Тази продължителност е обратно пропорционална на заемането от скулптурата на предишната позиция, т.е. от експеримента видяхме, че след по-малка скорост на въздушния поток, по-малък и е срокът на нейната

стабилизация, т.е. връщане в изходно положение, а след по-голяма скоростта на въздушния поток е по-продължително и времето за връщане в началната позиция. С тези констатации се потвърждава и третата помощна хипотеза, която гласи: След прекратяване на външните влияния от циркулацията на въздуха върху скулптурата, тя би се върнала в първоначалното си положение и форма.

В края на това експериментално изследване направихме два експеримента за условията на въздушния поток при частично отворена прозрачна измервателна секция. Това симулира поставянето на скулптурата в стая с отворена врата или прозорец. Поради появата и присъствието на обратна и хаотична конвекция бяха наблюдавани различни движения и ротации на модела, по-сложни, отколкото в предишните проучвания, които би било трудно или невъзможно да се предвидят. С това се потвърждава и последната помощна хипотеза, която гласи: Ако скулптурата е поставена в някаква част от полузатворено помещение, заради неравенството на влиянието на въздушните течения по цялата ѝ повърхност тя може да прави различни движения, завъртания и форми, които е трудно да се предвидят.

Проведените компютърни симулации, направени във Flow simulation module, който е неразделна част от софтуерния пакет SolidWorks, служат като опора и получаване на по-ясна картина с показване на пространството на обтичане чрез видима картина на теченията около цялата скулптура, която не може да се види при експериментите.

Първата симулация, която е направена с поставяне на скулптурата под прав ъгъл спрямо посоката на въздушното течение, се отнася до първия момент от започването на потока, непосредствено преди скулптурата да се задвижи. От нея може да се види, че интензитетът на скоростта на потока намалява в близост до плочите на скулптурата. Интензитетът на скоростта е най-малък около плочите с най-голяма площ, което показва, че влиянието на въздушните струи върху скулптурата е най-голямо върху тези части (плочи). Това е причина те първи да се задвижат и да диктуват посоката на ротация и позицията на скулптурата. С тази симулация също така визуализираме потоците и как те обтичат скулптурата, както и създадените вихри.

Втората симулация е направена по такъв начин, че скулптурата е поставена под ъгъл от 45 градуса спрямо посоката на въздушното течение. Тя се

отнася и за първия момент на задействане на потока, непосредствено преди скулптурата да се раздвижи. Както и в предходната симулация и тук може да се отбележи, че скоростта намалява в процеса на обдухване на скулптурата и че интензитетът на намаляване на скоростта е най-голям в областта на скулптурата, където плочките са с най-големи повърхности, което показва, че влиянието на въздушните струи върху скулптурата е най-голямо в тези части.

В третата симулация скулптурата е поставена в посоката на движение на въздушното течение. От тази симулация научаваме, че интензитетът на скоростта на потока леко намалява (забавя се) около плочите с по-голяма площ, докато в други случаи намаляването на скоростта е незначително, което ни показва, че най-високите плочки определят позицията, която заема скулптурата. Графичните изображения на тази симулация, показващи линиите на потоците, могат да се сравнят и подкрепят от експерименталното изследване, в което използвахме нишки за представяне на тези потокови линии.

Последният тип симулация беше направена, за да ни покаже линията на потока при поставянето на скулптурата в част от полузатворено помещение. Графичните резултати ясно показват, че се забелязва хаотично и обратно движение на въздуха. Дадената симулация корелира и визуално подпомага експерименталните изследвания, при които са създадени подобни условия.

## **V. Заключение**

От досегашните проучвания, които извършихме чрез предварително определената методология, можем да заключим, че това мултидисциплинарно изследване предлага обяснение на проблематиката на кинетичната скулптура на Александър Калдер от няколко аспекта и от различни ъгли на перспективата. Подбраните в процедурата методи много успешно отговориха на изискванията на зададения предмет, задача и цел на изследването. Ако правилно бъдат тълкувани и ако същността им се обобщи чрез генерализация, различните констатации и получените резултати ни предоставят потвърждение на основните хипотези на това изследване. С това се създава много по-ясна

картина на начините и принципите на концептуалното създаване и функциониране, както и на значението на този тип произведения на изкуството.

Със сигурност можем да кажем, че тези произведения на изкуството предлагат определена визуална комуникация чрез своята геометрична или антропоморфна презентация на визуалния код. В проявлението на едно автономно цяло като мрежа от логически връзки в материалната структура се инкорпорират значенията на визуалните, пространствено-времевите, кинетичните и знаковите явления. Всички тези явления при Калдер представляват един вид комуникация чрез сложна, но много ефективна система, с която самият автор посредничи между човека, изкуството и природата.

Имайки предвид елегантността, мистиката и доминирането им в пространството, в което са поставени, можем свободно да подчертаем, че тези скулптурни произведения интерпретират идеално равновесие между форма, цвят и движение. Може да се каже, че чрез абстрактните форми на тези визуално-сравнителни проекции на Вселената Калдер моделира и артикулира пространството, в което се намират.

Авторът, разбира се, не може само интуитивно да действа за постигането на своята цел, т.е. конструирането на този вид произведения на изкуството. В процеса на създаването участва техниката, за да може материята да се превърне във форма. Въпросът за техниката на изработване, в чиито принципи очевидно е включена механиката, е от решаващо значение за дейността на художника. Привидно простите мобили, с цялата си естетическа привлекателност в пространственото екзистирание, по същество са много сложни конструкции, в които от една страна имаме структура с добре решена статика и баланс на елементите, а от друга страна – възможност за различни движения на сегментите, разбира се задействани от външните въздействия на въздушните течения. Колкото и да ни изглежда естествено, неартикулирано или свободно, движението на мобилите чрез ротациите на техните сегменти е много добре обмислено, с голяма прецизност в конфигурирането на елементите.

Това е практически демонстрирано с потвърждаването на спомагателните хипотези, които поставих в началото на този труд. От там научаваме, че пространственото функциониране на скулптурата "Червен полигон" е в зависимост от механиката, т.е. от законите на статиката и кинетиката на

твърдите тела, както и от законите на механиката на флуидите, от които най-важни в случая са законите на аеродинамиката.

С оглед на това кинетичните скулптури на Александър Калдер, независимо дали са висящи или стоящи мобили, представляват кинетични вериги с много подобен или еднакъв начин на подвижно свързване. Тяхната структура винаги е статично решена чрез уравнивяването на елементите на системата, а възможността за движение е зависима от външни влияния, т.е. от въздушния поток. Следователно можем да обобщим, че те функционират по сходен начин, доколкото споменатите закономерности в областта на механиката обуславят пространствената функция на всички мобили, без изключение. Оттук можем да кажем, че се потвърждава основната хипотеза, която гласи: **Структурното разположение и пространствено естетическото функциониране, което е тясно свързано с движението на кинетичните скулптури на Калдер, е обусловено и активирано от законите на механиката.**

Поради това от дотук анализираният можем да видим, че в създаването на своите произведения Калдер едновременно отделя внимание както на художествено-естетическата част в представената визуализация, така и на процеса на изработване на творбите, в който той, като машинен инженер, непосредствено си служи с познанията за механиката.

## **VI. Приноси**

Накрая нека да преминем към обяснението на главния принос на това мултидисциплинарно изследване, което по същество създава съединение от изкуство и наука, което е многостранно и многоизмерно. Тук има и се създават повече допирни точки и припокриване на тези две области, обхващащи дадения въпрос, което е тясно свързано с пространственото естетическо функциониране на скулптурите, както и с принципа на тяхното проектиране. Така в това изследване, използвайки научни методи с количествен характер, обясняваме движението, което на свой ред е основната качествена естетическа особеност на

мобилите. От гореизложеното можем да заключим, че това изследване практически поставя науката в служба на изкуството.

Втори важен принос на това изследване е доближаването на този вид художествено произведение до публиката, т.е. многослойно представяне, философско-естетическо и функционално обяснение на неговото съществуване от няколко нива на перспективата. Разбира се тук много важен е прегледът на скулптурата "Червен полигон", в който има много осезаеми, сериозни и конкретни показатели, които още повече изясняват пред публиката появата на тази изключително интересна скулптура.

Трети принос на това изследване е фактът, че художникът / скулпторът поставя на по-високо ниво на функционалност техническите и технологичните процедури за изработване на скулптурни произведения. Това се дължи на простата причина, че неговите начини на действие в областта на изкуството са обогатени и задълбочени.

## **VII. Научни публикации, свързани с темата**

1. Милошески, С. "Култура на четенето на произведенията на изкуството", пети брой на "Палимпсест" (Международно списание за езиково, литературно и културно изследване), Университет "Гоце Делчев" - Шип, Република Македония, 2018 г.
2. Милошески, С. "Компютърна симулация на въздушни течения в пространството, в което е поставена скулптурата „Червен полигон“, III. Международна конференция по социални и хуманитарни науки (IBU-ICSSH2018), Скопие, Република Македония, 2018 г. (под печат)