

УДК.664.64.014.

**ОБОСНОВАНИЕ НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ  
МЕСИЛЬНЫХ ОРГАНОВ ТЕСТОМЕСИЛЬНЫХ МАШИН С  
ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ.**

Ялпачик Ф.Е. к.т.н. доц.

Ивженко А.В. к.т.н. доц.

Янаков В.П., ассистент.

Таврійський державний агротехнологічний університет.

Тел. (0691) 42-13-06

*Анотация* – статья посвящена установлению оптимальных геометрических параметров месильного органа в рабочей камере тестомесильной машины, нахождению взаимосвязи между основными требованиями теории замеса теста, особенностями процессов образования тестовой массы и условиями для достижения рациональных параметров замеса теста в рабочей камере. Реализация полной картины проектирования месильного органа основана на применении программ: MAPL-8, COSMOS WORKS 2007, SOLID WORKS 2007.

*Ключевые слова* – геометрия, профиль, месильный орган, параметр, программа.

*Постановка проблемы.* Внедрение новых технологий замеса теста зависит от эффективного воздействия на тестовую смесь месильного органа в рабочей камере, поэтому актуальным на сегодняшний день является разработка и совершенствование теоретических основ проектирования месильных органов в рабочей камере тестомесильной машины. На рис.1. представлены основы теории месильного органа при воздействии на тестовую смесь в рабочей камере тестомесильной машины.

Особое значение в работе тестомесильной машины периодического действия определяет конструкция месильного органа, целью которого

является передача энергии поступательного и планетарного вращения в энергию замеса и преодоление отрицательной работы в рабочей камере тестомесильной машины.

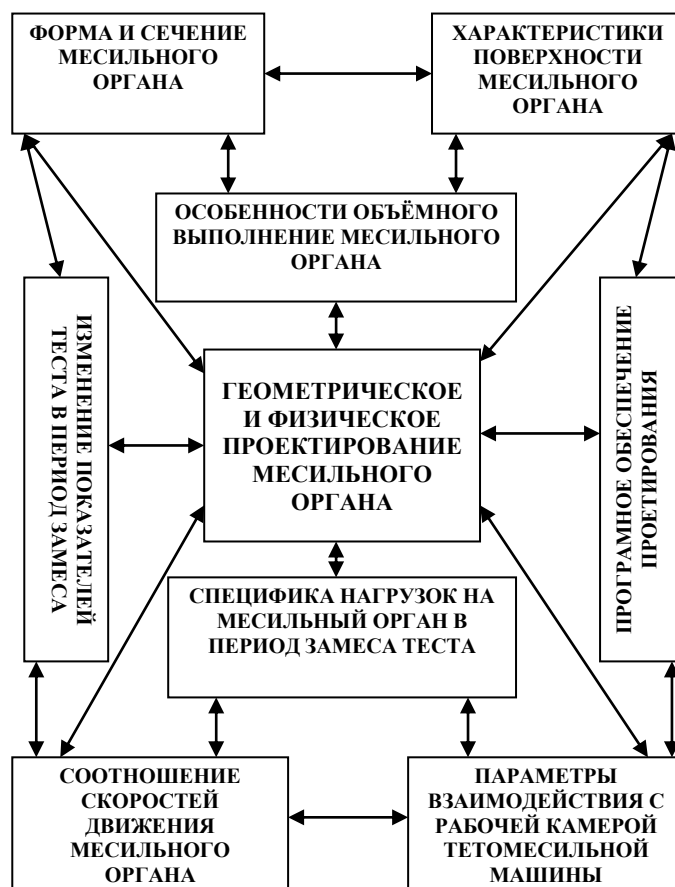


Рис.1. Основы теории месильного органа при воздействии на тестовую смесь в рабочей камере тестомесильной машины.

*Формулирование цели статьи (постановка задания).* Целью данной статьи является определение геометрических параметров месильного органа в рабочей камере тестомесильной машины и условия взаимосвязи основных параметров замеса теста с использованием специальных компьютерных программ.

В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие цели исследований:

- определить направленность моделирования параметров месильного органа в рабочей камере тестомесильной машины;

- дать анализ теории во взаимосвязи между основными требованиями концепции замеса теста;
- дополнить научные теории условиями и показателями достижения рациональных параметров замеса теста в рабочей камере;
- обосновать дальнейшее совершенствование применения программ: MAPL-8, COSMOS WORKS 2007, SOLID WORKS 2007

*Анализ последних достижений.* На структурно-механические и физические свойства теста значительное влияние оказывает характер взаимодействия месильного органа и тестовой массы. С другой стороны, в производственных условиях технические и технологические параметры колеблются, и возникает вопрос о возможности управления процессом приготовления теста с учётом производства хлебобулочных изделий [1].

В своих исследованиях Щербатенко В.В. [2] пришёл к выводу, что влиять на замес теста можно двумя путями: варьирование скорости вращения месильных валов или изменением угла поворота месильных лопастей, закреплённых на валах месильных органов.

С другой стороны Лужин Л.Н. и Мачихин Ю.А. [3] изучали изменения тестовой массы в рабочей камере тестомесильной машины в зависимости от двух факторов:

- увеличение числа оборотов месильного органа;
- длительности замеса теста.

Эксперименты показали, что они не оказывают существенного влияния на продолжительность брожения и почти не оказывают воздействия на вкусовые факторы готовой продукции. Авторы рекомендуют для улучшения качества хлеба увеличить массу обрабатываемого теста в месильной ёмкости.

Козлов Г.В., Пшенишнюк Г.Ф., Менделеев В.И. [4] проводили исследования интенсивного замеса теста на машинах ротационного типа. При этом изучалась взаимосвязь влияния механического воздействия месильных органов тестомесильных машин на выходные параметры хлеба.

Исследования показали, что при интенсификации процесса у хлеба снижается упёк на 1,65 %, увеличивается эластичность корки, понижается её толщина.

Bulena W., Krozilova Z. считают, что на предприятиях, имеющих в своём составе устаревшее тестомесильное оборудование, интенсификацию процесса замеса теста пытаются решить за счёт повышения частоты вращения месильного органа и увеличения продолжительности замеса [5].

*Основная часть.* Основным элементом тестомесильной машины периодического действия, отвечающим с одной стороны за передачу электрической и механической энергии, с другой стороны за качество и время замеса теста, является месильный орган. Благодаря комплексному подходу можно оценить разнообразие схем, расчётов и оценок оптимизации проектирования месильного органа, суть которого направлена на снижение энергозатрат, технологичность и рентабельность производства [6].

Для достижения полной картины проектирования месильного органа, было принято:

- геометрическое и физическое проектирование параметров замеса тестовой массы;
- применение программ: MAPL-8, COSMOS WORKS 2007, SOLID WORKS 2007.

При проектировании физической модели профиля месильного органа тестомесильной машины в качестве базовой принята методика программирования — MAPL-8, которая позволяет:

- описать распределение характеристик, дающих возможность описать изменяющуюся геометрию месильного органа тестомесильной машины;
- изобразить параметры месильного органа, на основе геометрических схем, расчётных алгоритмов и программ.
- задать сечения в координатной системе;

- обеспечить формирование геометрической модели месильного органа на базе полученных данных.

В результате была составлена программа определения профиля сечения месильного органа.

```
Программа определения профиля сечения месильного органа
>restart;
with (plots):
x[0]:=0; x[1]:=5; x[2]:=10; x[3]:=15; x[4]:=20; x[5]:=25;
x[6]:=30; x[7]:=35; x[8]:=40;
y[0]:=0; y[1]:=2.5; y[2]:=3.3; y[3]:=3.8; y[4]:=5; y[5]:=3.9;
y[6]:=3.1; y[7]:=2.1; y[8]:=0;
n:=8;
# составляем полином
s:=0;
for i from 0 to n do
p:=1;
for i from 0 to n do
if i <> j then
p:=p*(x-x[j])/(x[i]-x[j]);
# print (p);
end if;
end do:
s:= s + y[i]*p;
# print (s);
end do:
PN:=expand(s);
plot(PN, x=0..40);
the name changecoords has been redefined
```

В результате программирования получено уравнение, полином восьмого порядка, описывающие поверхность сечения месильного органа тестомесильной машины.

$$\begin{aligned} \mathbf{PN := -2.230666660x - 0.2793933331x^3 + 0.001399599999x^5} \\ \mathbf{+0.00004085333327x^6 - 6.240000004 \cdot 10^{-7} x^7 + 1.426014286x^2} \\ \mathbf{+0.0267356667x^4 + 3.88571428 \cdot 10^{-9} x^8} \end{aligned} \quad (2)$$

Моделирование сложных криволинейных поверхностей осуществлялось с применением программы COSMOS WORKS 2007 в основе, которой лежит

метод конечных элементов. Она позволяет выбрать наиболее оптимальный вариант решения. На рис.2. представлены результаты геометрической модели месильного органа.

Оптимизация проектирования месильного органа является перспективным направлением интенсификации тестоприготовления. При этом основные требования сводятся к обеспечению рационального протекания реологических процессов, высокой эффективности замеса теста и возможности дальнейшей модернизации [6].

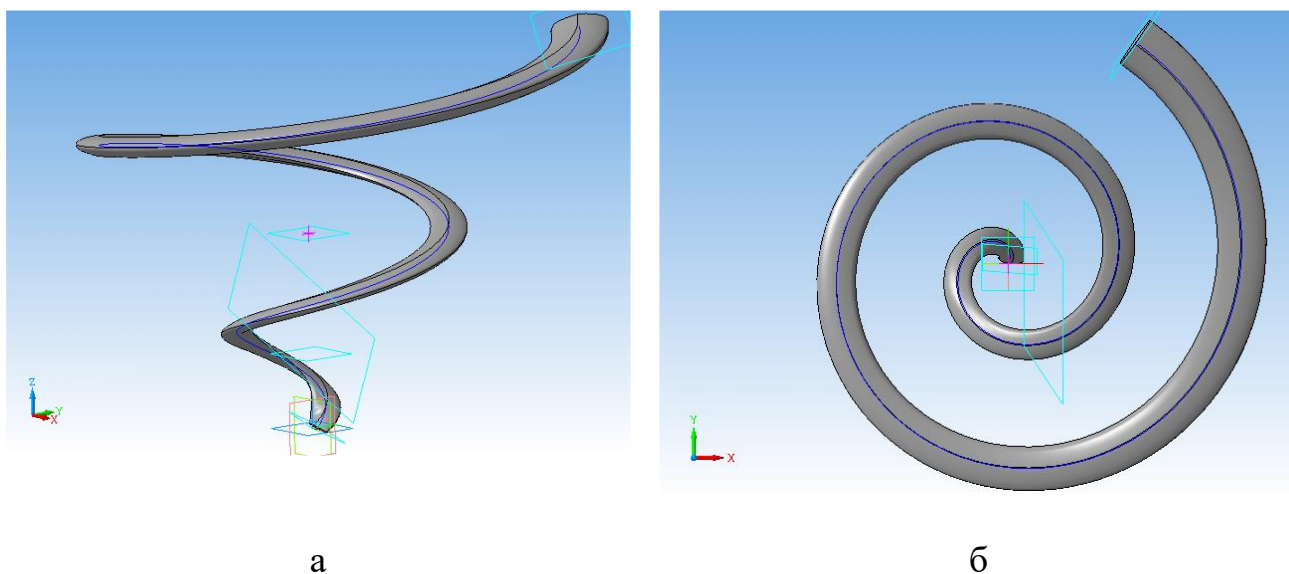


Рис.2. Геометрическая модель месильного органа (программа SOLID WORKS 2007). Вид: а - сбоку; б - сверху.

Исходными данными для профилирования месильного органа тестомесильной машины, является:

- координаты теоретического профиля месильного органа;
- форма и сечение: за основу сечения профиля месильного органа принят плавник дельфина. Параметры формы скопированы с прототипа;
- характеристики поверхности;
- особенности объёмного выполнения;
- специфика нагрузок в период замеса теста.

Предложенный метод обеспечивает повышение точности и устраняет выявленные недостатки известных методов, которые связаны с рядом

особенностей в моделировании воздействия на тестовую смесь, а также спецификой вычислительного применения данного метода.

Прочностные расчёты для получения физической модели месильного органа тестомесильной машины проводились в программной среде — COSMOS WORKS 2007. На рис.3. и рис.4. представлены результаты прочностных расчётов в зависимости от величины нагрузок, при воздействии месильным органом в период замеса теста.

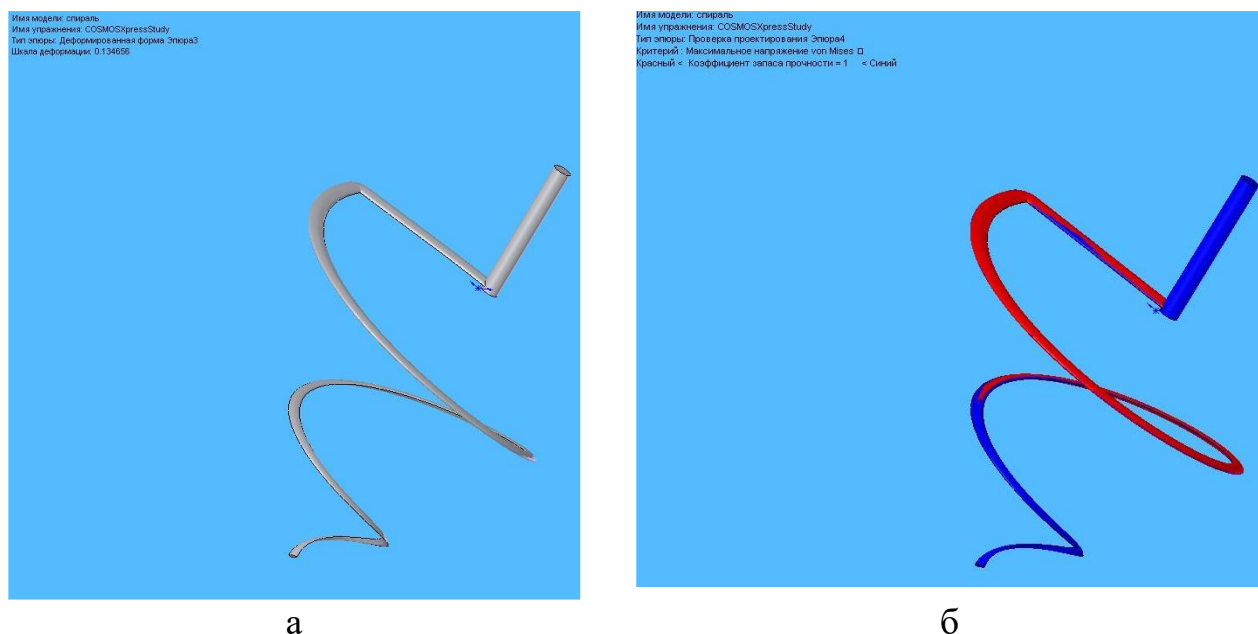


Рис.3. Эпюры прочностных расчётов месильного органа (программа SOLID WORKS 2007):

- а - проверка проектирования, максимальное напряжение, коэффициент запаса прочности;
- б - деформированная форма.

Она сформирована на разделении характеристик очерчивающих трансформирование физической модели месильного органа тестомесильной машины и установление изменения параметров тестовой смеси на основе, исходных данных:

- энергозатрат в период замеса теста;
- динамики воздействия месильного органа;

- параметров взаимодействия с рабочей камерой тестомесильной машины;

- изменения реологических характеристик и показателей теста.

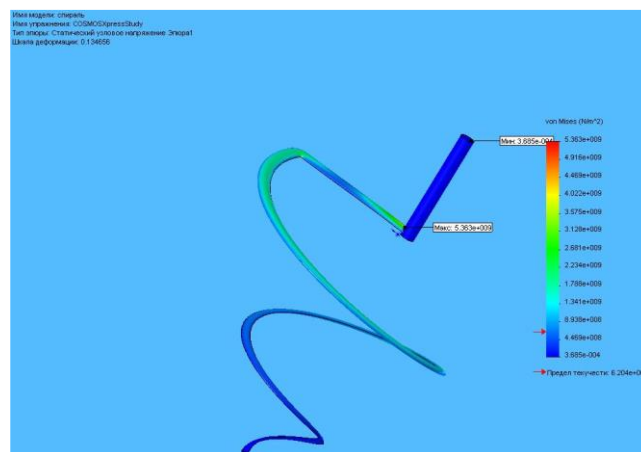
Также, при совершенствовании программы проектирования месильных органов учитывались факторы:

- особенности процессов образования тестовой массы;
- условия для достижения рациональных параметров в рабочей камере;
- формы месильной лопасти и её воздействие на среду;
- соответствие основным требованиям теории замеса.

Преимущество отдавалось таким формам месильного органа, где масса теста в процессе замеса перемещалась по сложной траектории, попадая при этом разнообразным деформирующим воздействиям, которые обеспечивают его интенсивную обработку [7].



а



б

Рис.4. Эпюры прочностных расчётов месильного органа (программа SOLID WORKS 2007):

а - статическое напряжение, шкала деформации;

б - статическое узловое напряжение, предел текучести.

Установлена взаимосвязь конфигурации месильного органа и свойств теста, параметров процесса замеса теста. В результате применения программного обеспечения MAPL-8, COSMOS WORKS 2007, SOLID WORKS 2007 доказано:

- геометрические параметры месильного органа в достаточной степени влияют на свойства тестовой массы;
- деформация месильного органа зависит от его формы и от его взаимодействия с тестовой массой;
- энергетика замеса теста взаимосвязана с характеристиками месильного органа;
- конструкция месильного органа связана с интенсивностью процессов происходящих при расстойке теста;
- показано единство теории, программного обеспечения и эксперимента [1,2,3,4,5,6,7].

*Выводы.* Анализируя вышеизложенный материал, полученные итоги исследований, следует отметить следующие преимущества и прийти к следующим решениям:

1. Разработанное геометрическое и физическое проектирование месильного органа является более универсальным, по сравнению с общепринятым. Обладает всеми преимуществами ранее предложенных методик на основе геометрического и физического моделирования профиля месильного органа.

2. Предложенная методика даёт возможность повысить точность прогнозирования прочностных расчётов месильного органа при воздействии месильного органа на тестовую массу. Ликвидирует обнаруженные изъяны ранее принятого моделирования, связанные со спецификой замеса воздействия на тестовую смесь в период замеса.

3. Возможна коррекция решения при обязательном условии изменения показателей замеса теста что, ведёт к разнообразию проектирования рациональных параметров замеса теста в рабочей камере.

4. Многообразие применяемых предложенных методик применения программ MAPL-8, COSMOS WORKS 2007, SOLID WORKS 2007 позволяет

решать ряд прикладных задач моделирования с учётом возросших требований к проектированию.

### *Литература*

1. Ялпачик Ф.Ю., Янаков В.П. Специфика определения энергетики замеса теста для расчёта тестомесильных машин. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь: ТДАТА - 2007. - Вип.7,Т.4. - С.96-103.

2. Щербатенко В.В. Регулирование технологических процессов производства хлеба и повышение его качества. — М. Пищ. пром-сть. —1976. —С.231.

3. Лужин Л.Н., Мачихин Ю.А. Динамика и расчёт мощности лопастных смесителей для вязкопластичных масс // Хлебопекар. и кондитер. пром-сть. — 1968. — №7. — С.17-20.

4. Козлов Г.В., Пшенишнюк Г.Ф., Менделеев В.И. Упёк и усушка хлеба при интенсивном замесе. — М.: ЦНИИТЭИпищепром, — 1980. — №4. — С.15–16.

5. Bulena W., Krozilova Z. Savistost vlastnosti pseniczeho testa ha parametrech hnetein. Prum. Potrovin, Potraviv A. Chlad.Techn, 1976. — 27.-11/ - 6. — P. 621-626.

6. Ялпачик Ф.Ю., Янаков В.П. Оптимізація і раціональний підхід до досліджень замісу тіста для розрахунку її машин періодичної дії. Праці/ Таврійська державна агротехнічна академія. - Мелітополь: ТДАТА - 2006. - Вип.44. - С.230-235.

7. Ялпачик Ф.Ю., Янаков В.П. Исследование затрат энергии на работу в период замеса теста тестомесильной машиной периодического действия. Праці/ Таврійська державна агротехнічна академія. - Мелітополь: ТДАТА - 2007. - Вип.7,Т.4. - С.85-92.

УДК.664.64.014.

SUBSTITUTION FOR USING COMPUTER SOFTWARE AS NEW  
CONSTRUCTIVE SOLUTION TO IMPROVE THE WORKING BODY OF  
A WORKING MACHINE.

Yalpachik F.E., PhD

Ivzhivenko A.V., PhD

Yanakov V.P., PhD Candidate

Tavriyska State Agrotechnical University

T. (0691) 42-13-06

*Annotation* – the article provides with information on developing of geometric parameters of the working body of a dough preparation machine. It speaks on findings interrelationship between core requirements of the kneading theory, features process formation of raw dough and conditions for achieving rational parameters of dough kneading in the working body. The following programs were used in designing the working body: MAPL-8, COSMOS WORKS 2007, SOLID WORKS 2007.

УДК.664.64.014.

**ОБОСНОВАНИЕ НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ  
МЕСИЛЬНЫХ ОРГАНОВ ТЕСТОМЕСИЛЬНЫХ МАШИН С  
ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ.**

Ялпачик Ф.Е. к.т.н. доц., Ивженко А.В. к.т.н. доц., Янаков В.П., ассистент.

Таврійський державний агротехнологічний університет.

Тел. (0691) 42-13-06

Работа посвящена раскрытию актуального научного направления - определение моделирования параметров месильного органа в рабочей камере тестомесильной машины. Взаимосвязи основных требований к замесу теста, при проектировании месильного органа, что в дальнейшем основано на применении компьютерных программ.

В ней раскрыты вопросы:

- определены направления моделирования параметров месильного органа в рабочей камере тестомесильной машины;
- дан анализ теории во взаимосвязи между основными требованиями концепции замеса теста;
- дополнены научные взгляды условиями и показателями достижения рациональных параметров замеса теста в рабочей камере;
- обосновано дальнейшее совершенствование применения программ: MAPL-8, COSMOS WORKS 2007, SOLID WORKS 2007

Научную ценность представляют вопросы:

- данные о новом рабочем (месильном) органе для интенсивного замеса теста;
- систематизация применения программ: MAPL-8, COSMOS WORKS 2007, SOLID WORKS 2007.

Рецензент:

к.т.н., доц. Бойко О.В.

## МАТЕМАТИЧНЕ ОПИСАННЯ ФОРМИ МІСИЛЬНОЇ ЛОПАТИ ТІСТОМІСИЛЬНОЇ МАШИНИ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

Івженко О.В., к.т.н.,

Янаков В.П., інженер

Таврійська державна агротехнічна академія

Тел.: (0619) 42-68-62

**Анотація –.**

**Ключові слова** – тістомісильна машина, місильна лопата,

У хлібопекарській промисловості важливою технологічною операцією формуючою властивості і смак виробів, що випускаються, є заміс тесту, вироблений на тістомісильних машинах. Основним елементом тістомісильних машин, що роблять вплив на тестову масу є місильний орган.

**Постановка проблеми.** В роботі [1] була запропонована конструкція місильного органу для тістомісильних машинах Л4–ХТВ виробництва ПО «Смілянський машинобудівний завод» (Україна), геометрія якого значно відрізнялась від загальноприйнятих місильних органів, які мають у своєму перетині коло, в тому числі і закордонні аналоги. Такий тип місильних органів у формі конічної спіралі технологічно важче виготовити, але він повною мірою відповідає вимогам, які висуваються до умов впливу на тестову масу [2].

Проведені дослідження показали, що запропонований профіль тістомісильної лопати потребує подальшого вдосконалення.

**Формування цілей статті.** Так як конічна спіраль обертається навколо вертикальної осі в процесі перемішування маси, і вплив на масу проводиться в горизонтальній площині, то спочатку необхідно визначити профіль лопати

в горизонтальному перерізі, а потім, виходячи із конструкції гвинта визначити профіль самої заготовки із якої безпосередньо і буде виготовлятися місильна лопата. У своїх працях Лисовенко А.Т. [3]відзначає, що оптимальний кут атаки місильної лопаті з тестом,  $30^{\circ}$ . Дослідження вчених нашого університету показали, що поверхня взаємодії робочого органу з масою повинна бути циклічною. Якщо за прототип взяти поверхню плавника риби або крила літального апарату.

**Основна частина.** Вона полягала в одночасному контролі декількох параметрів досліду при паралельній перевірці розрахункових даних і вже наявних попередніх дослідних даних..