

Załącznik A - Wdrażanie wyników badań



Утверждаю:

Главный инженер ООО «ЮГМК»

С.А. Сбитнев

04.11.2022.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы на соискание ученой степени доктора технических наук Левченко Эдуарда Петровича на тему "Научные основы диспергирования металлургического сырья и отходов в дробильно-измельчительных машинах комбинированного действия" (не для выплаты авторского вознаграждения и патентования технологии)

Данным актом подтверждается, что в период с 27.10.2022 по 04.11.2022 в бывшем помещении мартеновского цеха опробована и внедрена технология комбинированного ударно-режущего дробления и истирающего измельчения при переработке отходов шамотного кирпича на базе дробильно-измельчительной машины дискового типа.

В результате промышленных испытаний переработано 12 тонн отходов огнеупорных материалов. Фракционный состав готового продукта в виде полученного шамотного и хромомagneзитового порошка представлен фракциями от 0.05 до 6 мм при максимальном процентном содержании классов 0.25-2.5мм.

Производительность по лому шамотного кирпича составила 10.1 т/час, удельные энергозатраты 5.0 кВт · ч/т; производительность по лому хромомagneзитового кирпича составила 12.7 т/ч при удельных энергозатратах 5.1 кВт · ч/т.

Внедрение предлагаемой технологии позволяет снизить имеющийся недостаток огнеупорных порошков при норме 10 кг на тонну стали с 50% до 20% и сократить вдвое парк дробильного оборудования за счет комбинированного совмещения процессов дробления и измельчения в одной машине. Ожидаемый экономический эффект составляет 20081758 руб.

Долевое участие соискателя составляет 20%.

Начальник ККЦ

Д.А. Смолярчук

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор ДонГТИ,
зав. кафедрой экономики и



управления,

канд. экон. наук, доцент

Кунченко А.В.

07 ноября 2022 г.

РАСЧЕТ

ожидаемого экономического эффекта и срока окупаемости
от внедрения в производство дробильно-измельчительной
машины (ДИМ) комбинированного действия для
переработки боя огнеупоров и результатов диссертационной работы
канд. техн. наук, профессора

Левченко Эдуарда Петровича на соискание ученой степени доктора
технических наук на тему:

**"НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ В ДРОБИЛЬНО-
ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ КОМБИНИРОВАННОГО
ДЕЙСТВИЯ"**

Экономический эффект от внедрения новой конструкции ДИМ комбинированного действия основан на сравнительном анализе эксплуатационных затрат на оборудование по базовому варианту техпроцесса дробления и предлагаемому, основанному на проведенных исследованиях.

Вариант А предполагает:

Использование дробильно измельчительной машины комбинированного действия – ДИМ-2250 в сочетании с двумя ленточными конвейерами. Для обслуживания комплекса задействованы: один основной

рабочий и один вспомогательный.

Вариант В предполагает:

Использование щековой дробилки (СМД 118) для предварительного дробления и молотковой дробилки (ДМРИЭ 1450 x 1300) для окончательного измельчения, работающих в две стадии с последовательным уменьшением фракционного состава готового продукта. Машины работают в комплексе с двумя ленточными конвейерами, первый из которых обеспечивает подачу исходного продукта боя огнеупорного кирпича в щековую дробилку, второй обеспечивает разгрузку окончательного материала из молотковой дробилки. При этом для обслуживания оборудования необходимы два основных рабочих и два вспомогательных. Кроме того, следует отметить, что щековая дробилка имеется на предприятии, смонтирована и готова к эксплуатации. Дополнительные затраты связаны с приобретением и эксплуатацией молотковой дробилки СМД 118.

Исходные данные для расчетов.

Вариант А:

Дробильно измельчительная машина	ДИМ – 2250;
Масса	42 т;
Мощность эл. двигателя	320 кВт;
Производительность	12 т/час;
Стоимость оборудования	9600000 руб;
Обслуживающий персонал	1 осн. рабочий +1 всп. рабочий;

Вариант В:

Дробильно измельчительная машина	СМД 118;
Масса	140 т;
Суммарная мощность эл. двигателей	320 кВт;
Производительность	180 т/час;

Стоимость оборудования 32000000 руб;
Обслуживающий персонал 2 осн. рабочих + 2 всп. рабочих;

Для расчета экономического эффекта необходимо учесть основные затраты, связанные с эксплуатацией оборудования. К таковым следует отнести:

- стоимость оборудования;
- стоимость электроэнергии;
- стоимость эксплуатации (накладные расходы и амортизация);
- затраты на оплату труда.

Определив суммарные затраты по каждому из вариантов, приведенные к объемам производства, можно будет определить экономическую эффективность предлагаемых решений.

На основании исходных данных выполним повариантные расчеты затрат.

Вариант А.

- стоимость оборудования:

$$S_{об} = 9600000 \text{ руб.};$$

- стоимость электроэнергии:

$$1 \text{ кВт/ч} = 3.69 \text{ руб.};$$

С учетом мощности эл. привода определим часовые затраты на электроэнергию:

$$S_{эл} = 3.69 \cdot 320 = 1180 \text{ руб./час.}$$

- накладные расходы (амортизация):

$$A = 12\% \text{ от стоимости оборудования}$$

или

$$A = 9600000 \cdot 0.12 = 1152000 \text{ руб.}$$

- затраты на оплату труда:

зарплата основных рабочих

$$C_{\text{осн}} = 31000 \text{ руб/мес.}$$

зарплата вспомогательных рабочих

$$C_{\text{всп}} = 27000 \text{ руб/мес.}$$

С учетом начислений, затраты на заработную плату составят:

$$C_{\text{осн}}^{\text{мес}} = C_{\text{осн}} \cdot 1.43 = 31000 \cdot 1.43 = 44330 \text{ руб/мес}$$

$$C_{\text{всп}}^{\text{мес}} = C_{\text{всп}} \cdot 1.43 = 27000 \cdot 1.43 = 38610 \text{ руб/мес.}$$

Годовые затраты определим с учетом работы оборудования в одну смену (8 часов) и количества рабочих дней в году равного 241 дней.

Таким образом, затраты связанные с реализацией варианта А в годовом исчислении составят:

$$Z_{\text{год}}^A = S_{\text{об}} + (S_{\text{эл}} \cdot 8 \cdot 247) + A + (C_{\text{осн}}^{\text{мес}} + C_{\text{всп}}^{\text{мес}}) \cdot 12 \text{ руб.}$$

С учетом исходных данных:

$$Z_{\text{год}}^A = 9600000 + (1180 \cdot 8 \cdot 247) + 1152000 + (44330 + 38610) \cdot 12 = 17761222 \text{ руб.}$$

Вариант В.

- стоимость оборудования:

$$S_{об} = 32000000 \text{ руб.};$$

- стоимость электроэнергии:

$$1 \text{ кВт/ч} = 3.69 \text{ руб.};$$

С учетом мощности эл. привода определим часовые затраты на электроэнергию:

$$S_{эл} = 3.69 \cdot 320 = 1180 \text{ руб./час.}$$

- накладные расходы (амортизация):

$$A = 12\% \text{ от стоимости оборудования}$$

или

$$A = 32000000 \cdot 0.12 = 3840000 \text{ руб.}$$

- затраты на оплату труда:

зарплата основных рабочих (2 человека)

$$C_{осн} = 62000 \text{ руб/мес};$$

зарплата вспомогательных рабочих (2 человека)

$$C_{всп} = 54000 \text{ руб/мес.}$$

С учетом начислений, затраты на заработную плату составят:

$$C_{\text{осн}}^{\text{мес}} = C_{\text{осн}} \cdot 1.43 = 62000 \cdot 1.43 = 88660 \text{ руб/мес}$$

$$C_{\text{всп}}^{\text{мес}} = C_{\text{всп}} \cdot 1.43 = 54000 \cdot 1.43 = 77220 \text{ руб/мес.}$$

Годовые затраты определим с учетом работы оборудования в одну смену (8 часов) и количества рабочих дней в году равного 241 дней.

Таким образом, затраты связанные с реализацией варианта В в годовом исчислении составят:

$$З_{\text{год}}^{\text{В}} = S_{\text{об}} + (S_{\text{эл}} \cdot 8 \cdot 247) + A + (C_{\text{осн}}^{\text{мес}} + C_{\text{всп}}^{\text{мес}}) \cdot 12 \text{ руб.}$$

Тогда:

$$З_{\text{год}}^{\text{В}} = 32000000 + (1180 \cdot 8 \cdot 247) + 3840000 + (88660 + 77220) \cdot 12 = 39186980 \text{ руб.}$$

Исходя из полученных значений годовых затрат можно определить ожидаемый экономический эффект от внедрения в производство варианта А.

$$\mathcal{E}'_{\text{год}} = З_{\text{год}}^{\text{В}} - З_{\text{год}}^{\text{А}} = 39186980 - 17761222 = 21425758 \text{ руб.}$$

Поскольку вариант А предполагает дополнительные капитальные вложения (стоимость ДИМ 2250) в размере 9600000 руб., полученное значение экономического эффекта необходимо уточнить с использованием нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений. Средний нормативный коэффициент по металлургической отрасли имеет значение 0.14, тогда:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \mathcal{E}'_{\text{год}} - 0.14S_{\text{об}}^A = 21425758 - 0.14 \cdot 9600000 = 20081758 \text{ руб.}$$

Таким образом ожидаемый экономический эффект от внедрения в производство дробильно измельчительной машины комбинированного действия – ДИМ-2250 составит 20081758 руб. При этом приблизительный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений можно определить как:

$$T_{\text{ок}} = \frac{S_{\text{об}}^A}{\mathcal{E}_{\text{год}}} = \frac{9600000}{20081758} = 0.48 \text{ лет.}$$

Зав. кафедрой технологии и организации
машиностроительного производства,
канд. экон. наук, доцент



А.М. Зинченко

Канд. техн. наук, профессор



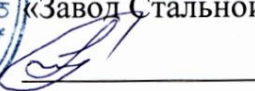
Э.П. Левченко



УТВЕРЖДАЮ:

Зам. директора ООО

«Завод Стальной Дроби ЛТД»

 Положий В.В.
«14» ноября 2020 г.**АКТ****внедрения результатов диссертационной работы****ЛЕВЧЕНКО ЭДУАРДА ПЕТРОВИЧА**

Научные и практические результаты исследований Левченко Э.П., полученные в ходе подготовки диссертационной работы приняты к внедрению на ООО «Завод Стальной Дроби» для использования при переработке лома огнеупоров путём измельчения в дробильно-измельчительной машине (ДИМ) комбинированного действия на материал. Установлено, что по сравнению с двухстадийным дроблением в щековой дробилке и последующим измельчением в молотковой дробилке, в результате применения ДИМ комбинированного действия достигается экономия за счёт сокращения расхода электроэнергии на 496183 рубля, а за счёт сокращения одной единицы ленточного конвейера 21847 рубля, при этом высвобождаются два работника (дробильщик и вспомогательный работник), что приводит к экономии фонда заработной платы на 1050960 рублей. Суммарный годовой экономический эффект от внедрения составляет 1568990 рублей. Расчётный срок окупаемости составляет 11,5 месяца.

Данный акт внедрения не является основанием для предъявления материальных и иных претензий связанных с авторскими правами.

Главный механик ООО «ЗСД ЛТД»



Дьячков А.В.



УТВЕРЖДАЮ:

Зам. директора ООО

«Завод Стальной Дробилки ЛТД»

 Положий В.В.

«14» ноября 2020 г.

РАСЧЕТ

ожидаемого экономического эффекта и срока окупаемости от внедрения
в производство дробильно-измельчительной машины (ДИМ)
комбинированного действия для переработки боя огнеупоров
результатов диссертационной работы канд. техн. наук, проф.
Левченко Эдуарда Петровича на соискание учёной степени доктора
технических наук на тему:

«НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ В ДРОБИЛЬНО- ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ»

Экономический эффект от новой конструкции ДИМ комбинированного действия на материал основан на сравнительном анализе использования для этих целей двух вариантов оборудования:

1. Щековой дробилки для предварительного дробления и молотковой дробилки для окончательного измельчения, работающих в две станции с последовательным уменьшением фракционного состава готового продукта. Машины работают в комплексе с тремя ленточными конвейерами, первый из которых обеспечивает подачу исходного продукта боя огнеупорного кирпича в щековую дробилку, второй служит для вывода из неё промежуточного готового продукта и его загрузки в молотковую дробилку, а третий конвейер обеспечивает разгрузку окончательного материала из молотковой дробилки.

При этом для обслуживания оборудования необходимы два дробильщика и два вспомогательных рабочих.

2. Предлагаемой конструкции ДИМ комбинированного действия на материал, которая обслуживается всего двумя ленточными конвейерами, одним дробильщиком и одним подсобным рабочим.

За основу экономического расчёта взяты данные «Завод Стальной Дробилки ЛТД» при сравнительной оценке указанных двух вариантов по основным технико-экономическим характеристикам данного оборудования, в качестве которых выступают степень дробления (измельчения) материала, удельные энергозатраты на тонну перерабатываемого сырья и мощность электродвигателей ленточных конвейеров. Кроме того, учитывается экономический эффект от экономии фонда заработной платы обслуживающего персонала.

Известно [https://studbooks.net/2536579/tovarovvedenie/opredelenie_udelnogo_rashoda_elektroenergii], что щековые дробилки обладают удельными энергозатратами на раздавливание материала от 1,03 кВтч/т (при минимальной степени дробления равной 8 и величине дробимого материала 0,13 м) до 18,9 кВтч/т (при максимальной степени дробления равной 50 и величине дробимого материала 0,02 м).

Молотковые дробилки обладают удельными энергозатратами на разрушение материала от 1,4 кВтч/т (при минимальной степени дробления равной 6,5 и величине дробимого материала 0,13 м) до 18,9 кВтч/т (при максимальной степени дробления равной 50 и величине дробимого материала 0,02 м).

Предлагаемая ДИМ комбинированного действия на материал, согласно проведенным исследованиями её работы обладает удельными энергозатратами на раздавливание материала от 3,0 кВтч/т (при минимальной степени дробления равной 13,0 и величине дробимого материала 0,13 м) до 10,0 кВтч/т (при максимальной степени дробления равной 50 и величине дробимого материала 0,02 м). Средние удельные

энергозатраты ДИМ комбинированного действия $\mathcal{E}_{\text{срДИМ}} = (10,0 + 3,0) / 2 = 6,5$ кВтч/т.

Расчёт экономического эффекта по дроблению и измельчению отходов огнеупорных материалов проводится по средним удельным энергозатратам, так как средняя степень измельчения по сравниваемым вариантам является примерно одинаковой:

$$\mathcal{E}_{\text{ои}} = (\mathcal{E}_{\text{срЩ}} + \mathcal{E}_{\text{срМ}} - \mathcal{E}_{\text{срДИМ}}) \cdot Q_{\text{сут}} \cdot D_z \cdot \mathcal{C}_p \cdot \mathcal{C}_z,$$

где $\mathcal{E}_{\text{срЩ}}$ – средние удельные энергозатраты на дробление щековой дробилки $\mathcal{E}_{\text{срЩ}} = (18,9 + 1,03) / 2 = 9,96$ кВтч/т;

$\mathcal{E}_{\text{срМ}}$ – средние удельные энергозатраты молотковой дробилки $\mathcal{E}_{\text{срМ}} = (18,9 + 1,4) / 2 = 10,15$ кВтч/т;

$\mathcal{E}_{\text{срДИМ}}$ – средние удельные энергозатраты ДИМ комбинированного действия $\mathcal{E}_{\text{срДИМ}} = (10,0 + 3,0) / 2 = 6,5$ кВтч/т;

$D_z = 247$ – количество рабочих дней в году;

$\mathcal{C}_p = 8$ – количество рабочих часов в день;

$\mathcal{C}_z = 3,69$ – стоимость 1 кВт электроэнергии.

Годовая экономия на процессы дробления и измельчения по новой технологии с применением ДИМ комбинированного действия на материал составит:

$$\mathcal{E}_{\text{ои}} = (9,96 + 10,15 - 6,5) \cdot 5 \cdot 247 \cdot 8 \cdot 3,69 = 496183 \text{ руб.}$$

В соответствии с [https://www.engineerhelper.ru/html/conveyor/conveyor_calculation.html] при использовании наклонного конвейера длиной 8 м, угле наклона 25 °, производительности 10 т/ч, насыпной плотности материала 1,7 т/м³ мощность электродвигателя составляет 3 кВт.

Расчёт экономического эффекта от сокращения конвейерного оборудования, обеспечивающего процессы загрузки и выгрузки материалов сравниваемых вариантов ведётся по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{кон}} = (n_1 \cdot N_{\kappa 1} - n_2 \cdot N_{\kappa 2}) \cdot D_z \cdot Ч_p \cdot Ц_3,$$

где $N_{\kappa 1}$ – мощность электродвигателя конвейера по первому варианту;

$n_1=3$ – количество конвейеров применяемых по первому варианту;

$N_{\kappa 2}$ – мощность электродвигателя конвейера по второму варианту;

$n_2=3$ – количество конвейеров применяемых по второму варианту

Годовая экономия от сокращения конвейерного оборудования по новой технологии с применением ДИМ комбинированного действия на материал составит:

$$\mathcal{E}_{\text{кон}} = (3 \cdot 3 - 2 \cdot 3) \cdot 247 \cdot 8 \cdot 3,69 = 21847 \text{ руб.}$$

Годовая экономия от экономии фонда заработной платы по новой технологии с применением ДИМ комбинированного действия на материал составит от сокращения количества обслуживающего персонала:

$$\mathcal{E}_{\text{зн}} = [((Z_{\text{д}1} \cdot n_{\text{д}1} + Z_{\text{вс}1} \cdot n_{\text{вс}1}) - (Z_{\text{д}2} \cdot n_{\text{д}2} + Z_{\text{вс}2} \cdot n_{\text{вс}2}))] \cdot H_{\text{зн}} \cdot K_{\text{м}},$$

где $Z_{\text{д}1}$ – месячная зарплата (оклад) дробильщика по первому варианту;

$n_{\text{д}}=2$ – количество дробильщиков по первому варианту;

$Z_{\text{вс}1}$ – месячная зарплата (оклад) вспомогательного рабочего по первому варианту;

$n_{\text{д}1}=2$ – количество вспомогательных рабочих по первому варианту;

$Z_{\text{д}2}$ – месячная зарплата (оклад) дробильщика по второму варианту;

$n_{\partial}=1$ – количество дробильщиков по второму варианту;

$Z_{вс2}$ – месячная зарплата (оклад) вспомогательного рабочего по второму варианту;

$n_{\partial2}=1$ – количество вспомогательных рабочих по второму варианту;

$K_{\text{м}}=12$ – количество рабочих месяцев в году.

Годовая экономия от экономии фонда заработной платы при по новой технологии от сокращения количества обслуживающего персонала составит:

$$\mathcal{E}_{\text{зн}} = [((31000 \cdot 2 + 27000 \cdot 2) - (31000 \cdot 1 + 27000 \cdot 1))] \cdot 51\% \cdot 12 = 1050960, \text{ руб.}$$

Суммарная ожидаемая годовая экономия материальных средств:

$$\mathcal{E}_{\Sigma} = \mathcal{E}_{\text{ди}} + \mathcal{E}_{\text{кон}} + \mathcal{E}_{\text{зн}} = 496183 + 21847 + 1050960 = 1568990 \text{ руб.}$$

РАСЧЁТ СРОКА ОКУПАЕМОСТИ

Расчёт выполнен из условия применения ДИМ комбинированного действия на материал при переработке отходов огнеупоров.

1. Необходимые инвестиционные ресурсы для реализации проекта.

Составляющие инвестиционных ресурсов:

- 1) затраты на изготовление элементов конструкции ДИМ 120000 руб.
- 2) приобретение оборудования и комплектующих 200000 руб.
- 3) пусконаладочные работы 100000 руб.

Составляющие расчёта:

1) Ожидаемый средний годовой экономический эффект от внедрения ДИМ комбинированного воздействия на материал $\mathcal{E}_{\Sigma} = 1568990$ руб.

2. Затраты на изготовление элементов конструкции, приобретение оборудования и комплектующих и пусконаладочные работы 1500000 руб.

3. Срок окупаемости:

$$T_{\text{окуп}} = 1500000 / 1568990 = 0,956 \text{ года (11,5 месяцев)}$$

Главный экономист

Канд. техн. наук, проф. каф ПГМ



С.А. Чайкина

Э.П. Левченко



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ»

А.В. Кунченко

«07» ноября 2022 г.

АКТ

внедрения в учебный процесс

ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

результатов диссертационной работы канд. техн. наук, проф.

Левченко Эдуарда Петровича на соискание учёной степени доктора

технических наук на тему:

«НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ В ДРОБИЛЬНО-

ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ КОМБИНИРОВАННОГО

ДЕЙСТВИЯ»

Теоретические основы расчёта, обоснования основных параметров, методики и реализации экспериментальных исследований одновалковой зубчатой дробилки горячего агломерата с целью повышения эффективности получения товарного агломерата с лучшими металлургическими свойствами по гранулометрическому составу готового продукта используются при проведении лекционных, лабораторных и практических занятий:

1. На кафедре машин металлургического комплекса по направлению подготовки «Технологические машины и оборудование» по курсам «Аглодомненное оборудование», «Металлургические технологии и комплексы», «Основы научных исследований и техника эксперимента», «Основы проектирования машин», «Основы технического творчества», «Научно-исследовательская работа студента», а также при выполнении выпускных квалификационных работ бакалавров и магистров.

2. W Katedrze Hydromechaniki Stosowanej w zakresie kształcenia „ Energetyka” w ramach przedmiotów „ Podstawy budowy i projektowania części maszyn”
 ", "Ochrona własności intelektualnej", "Podstawowe metody badań naukowych" oraz przy realizacji
 końcowych prac kwalifikacyjnych na studiach licencjackich i magisterskich.

3. Na Wydziale Ekologii i Bezpieczeństwa Życia w zakresie kształcenia „ Ekologia stosowana
 i zarządzanie przyrodą” na kursach „ Ekologia ogólna”, „ Ekologia miasta i aglomeracji
 przemysłowych”, „ Praca naukowo-badawcza” oraz w zakresie wykonywania prac kwalifikacyjnych
 na studiach licencjackich
 rów i mistrzowie.

Aby skutecznie zapewnić proces edukacyjny, Cand. technologia. nauki, prof.
 Lewczenko E.P. opracowano i wydano podręczniki i monografie naukowe:

1. Levchenko, O. A. Rozwój poziomu technicznego monografii przekładni jednowalcowych
 kruszarki gorący aglomerat [Tekst]: /
 O. A. Levchenko, E. P. Levchenko, A. M. Zinchenko i inni. —Alczewsk: DonSTU, 2016.
 —190 sekund.

2. Levchenko, E. P. Dyspersja materiałów sypkich w kruszarkach i młynach
 przyspieszeniowo-udarowych [Tekst]: monografia / E. P. Levchenko, O. A. Levchenko, A. M.
 Zinchenko i in. - Alczewsk: DonSTU, 2016. - 225 s.

3. Levchenko, E. P. Podstawy syntezy innowacyjnych procesów technologicznych
 sowy, urządzenia i systemy mechaniczne (30 lat działalności wynalazczej) [Tekst]: monografia / E.
 P. Levchenko, A. M. Zinchenko, O. A. Levchenko. —

Alczewsk: Państwowa Instytucja Edukacyjna Wyższej Edukacji Zawodowej ŁRL „ DonSTU”, 2018. —353 s.

4. Vlasenko, D. A. Modelowanie matematyczne i poprawa efektywności
 kruszarki wirnikowe udarowe z łączonym zawieszeniem młota
 [Tekst]: monografia / D. A. Własenko, E. P. Lewczenko. —Alczewsk: Państwowa Instytucja Edukacyjna Wyższej Edukacji Zawodowej ŁRL
 „ DonGTU”, 2020. - 143 str.

5. Vlasenko, D. A. Rozwój naukowych podstaw i praktyk zwiększania efektywności
 procesy kruszenia w kruszarkach zębatych obrotowych [Tekst]: monografia /

D.A. Własenko

E. P. Lewczenko. - Kurski:

Wydawnictwo

Spółka Akcyjna

«Университетская книга», 2022. — 143 с.

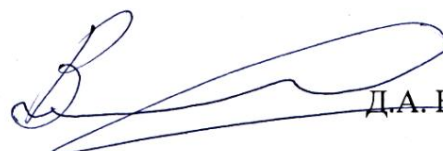
6. Левченко, Э.П. Проектирование гидропривода дробильно-измельчительных машин [Текст]: учебник / Э.П. Левченко, А.Н. Тумин, В.Г. Чебан и др. — Алчевск: ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2022. — 316 с. (с грифом МОН ЛНР).

7. Левченко, Э. П. Основные положения и рекомендации по изучению прикладной механики и основ конструирования (теории механизмов и машин и деталей машин) [Текст]: Учебное пособие / Э. П. Левченко, О. А. Левченко. — Алчевск: ГОУ ВПО ЛНР ДонГТУ, 2017. — 169 с.

8. Левченко, Э. П. Безопасность жизнедеятельности. Лабораторно-практические работы [Текст]: учебное пособие / Э.П. Левченко, В.А. Давиденко, А.А. Ноженко. — Алчевск: ООО «Вифлеем», 2020. — 260 с.

9. Левченко, Э. П. Физика Земли. Лабораторно-практические работы [Текст]: учебное пособие / Э.П. Левченко, В.А. Давиденко, А.А. Ноженко. — Алчевск: ГОУ ВПО ЛНР ДонГТУ, 2019. — 208 с.

Зав. каф. машин
металлургического комплекса

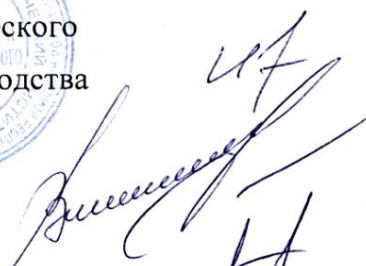
 Д.А. Вишнеvский

Зав. каф. прикладной гидромеханики
им. З.Л. Финкельштейна

 В.Г. Чебан

Декан факультета металлургического
и машиностроительного производства



 Ю.В. Изюмов

Зав. каф. Экологии и БЖД

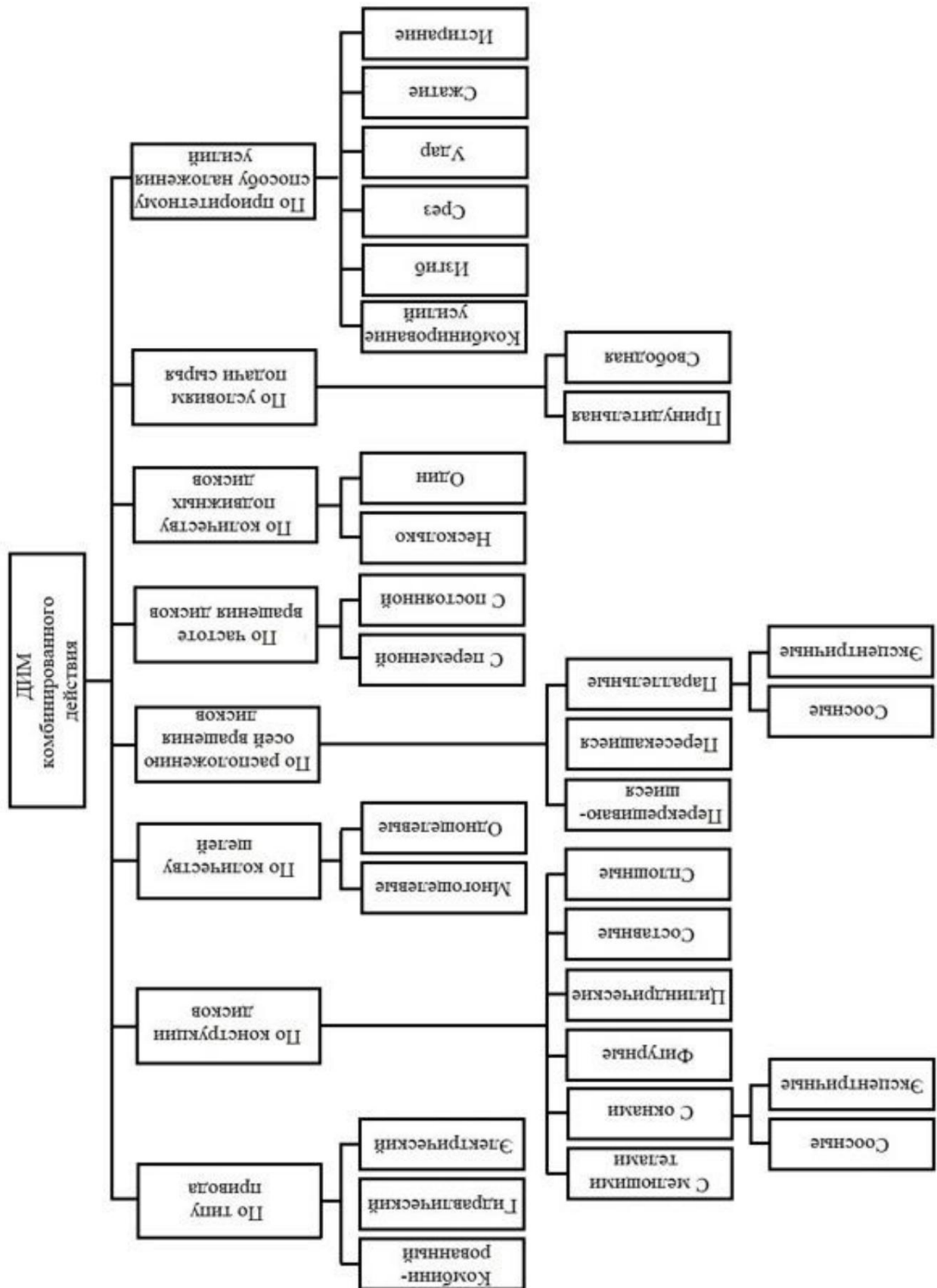
В.С. Федорова

Декан горного факультета



 П.Н. Шульгин

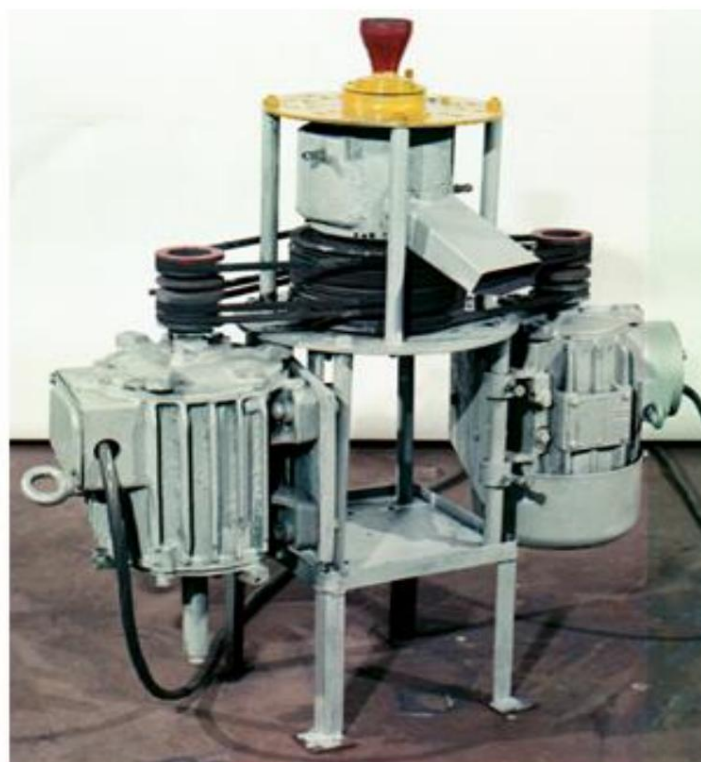
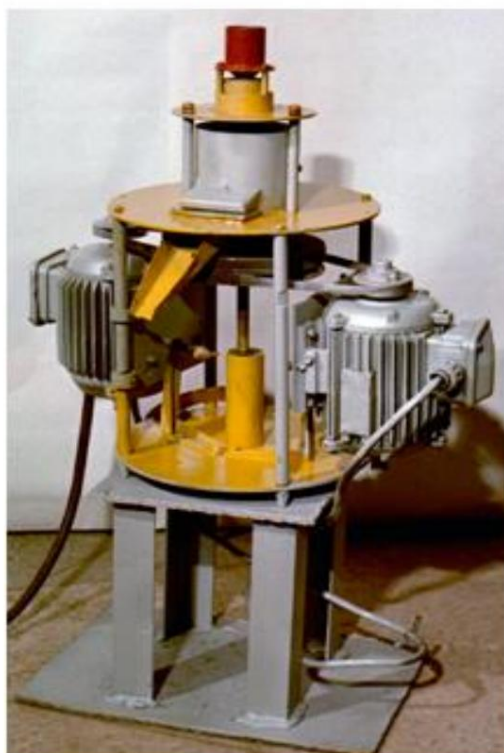
Załącznik B - Nowa klasyfikacja działań łączonych DIM



Rysunek B.1 – Nowa klasyfikacja działań łączonych DIM

Załącznik B - Materiały pomocnicze do badań laboratoryjnych

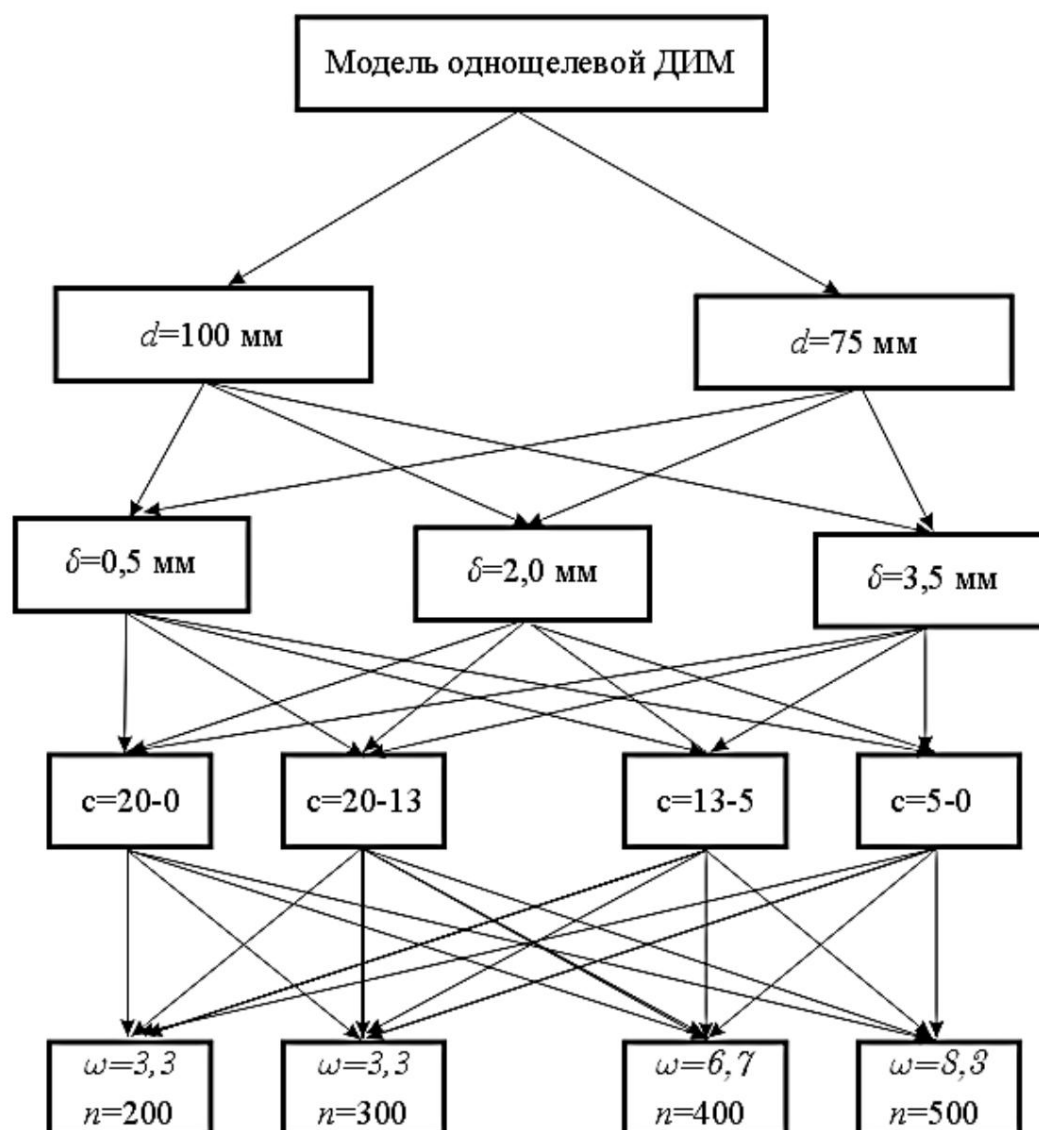
Załącznik B.1 – Typy projektów DIM z pojedynczym gniazdem



Rysunek B.1.1 —Typy modeli projektowych automatów jednogniazdowych



Rysunek B.1.2 —Typy modeli projektowych automatów jednogniazdowych

Załącznik B.2 – Schemat, cykle i kolejność badań eksperymentalnych
pojedynczy slot DIMRysunek B.2.1 —Schemat prowadzenia badań eksperymentalnych z wykorzystaniem pojedynczej szczeliny
wycie DIM

Główne parametry decydujące o możliwościach modelu:

średnica otworu zasypowego $D=50$ mm;

średnica tarczy $d=100$ i $d=75$ mm;

rozmiary szczelin rozładowczych od 0,5 do 3,5 mm;

prędkość kątowna obrotu dysków: 3,3; 5; 6,7; 8,3 s⁻¹ .

W procesie prowadzenia badań eksperymentalnych ponownie rejestracja następujących parametrów:

czas trwania eksperymentu mielenia materiału t , min;

masa materiału źródłowego, M_i , kg;

masa gotowego materiału M_r , kg;

napięcie każdego silnika U_1, U_2 , V;

prąd każdego silnika J_1, J_2 , A;

masa próbki gotowego wyrobu do przesiewania M_n , kg;

wydajność.

Dla danego modelu i danej konfiguracji dysku podczas eksperymentu, badania mentalne spowodują zmiany w następujących czynnikach:

średnica wymiennych tarcz (poziomy 75 i 100 mm);

wielkość szczeliny rozładowniczej e (poziomy 0,5; 2,0; 3,5 mm);

wielkość produktu początkowego C (poziomy 20-0; 20-13; 5-0 mm);

prędkość kątowna obrotu dysków (poziomy 3,3; 5; 6,7; 8,3 s⁻¹).

Badania eksperymentalne przeprowadzane są cyklicznie. W każdym cyklu Zmiana czynników odbywa się bez konieczności demontażu modelu. Zmiana poziomów czynników, którą można osiągnąć jedynie poprzez demontaż i Późniejsze dostosowywanie modelu odbywa się pomiędzy cyklami badawczymi.

Rysunek B.2.2 przedstawia schemat pierwszego cyklu badań eksperymentalnych. wania. Tabela B.2.1 przedstawia kolejność przetwarzania i rejestrowania danych od góry do dołu. eksperymenty dla cyklu 1.

W tym cyklu:

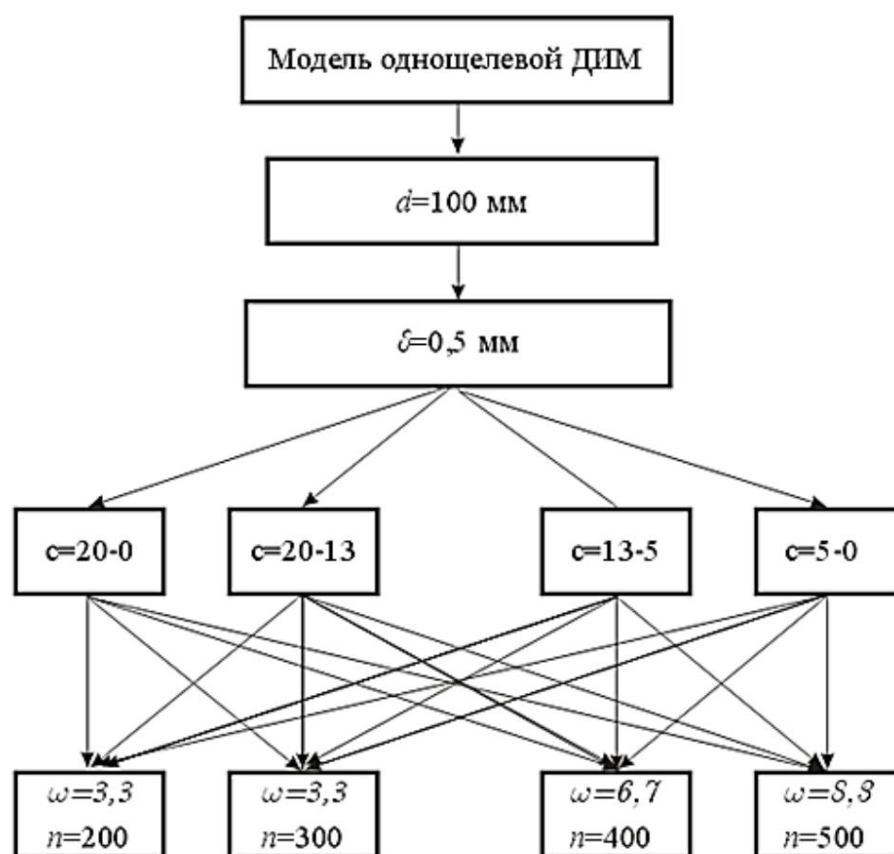
średnica tarczy $D=100$ mm;

rozmiar szczeliny $e=0,5$ mm;

wielkość materiału źródłowego ustalono na 20-0; 20-13; 5-0

mm;

prędkość kątowna obrotu dysków: 200; 300; 400; 500 s⁻¹.



Rysunek B.2.2 —Schemat pierwszego cyklu badań eksperymentalnych pojedynczego lewy DIM

We wszystkich sześciu cyklach kolejność przeprowadzania i rejestrowania danych eksperymentalnych, jak również ich realizacja w pełni odpowiadają pierwszemu cyklowi eksperymentalnemu w badaniach, z wyjątkiem II i III cyklu, wielkość luki odpowiadała ustawia się zwykle na 2,0 i 3,5 mm, a od 4 do 6 cyklu, o średnicy Tarcze o średnicy 75 mm, wielkość szczeliny odpowiada trzem pierwszym cyklom.

Model jest przygotowywany do pracy. Średnica tarcz jest ustawiona 75 mm, a szerokość szczeliny wynosi 0,5 mm. Trwa sprawdzanie gotowości modelu do eksploatacji, po czym włączane są silniki. Następnie analizowana jest wydajność modelu. praca na biegu jałowym.

Do zasobnika wysypuje się materiał wyjściowy o wielkości ziarna 20–0 mm. Były-
Badania eksperymentalne przeprowadza się w kolejności podanej w tabeli.
twarz liniami od góry do dołu. Podawanie materiału z zasobnika do obszaru roboczego
komora lufy (z uruchomionym silnikiem elektrycznym).

Tabela B.2.1 —Procedura przeprowadzania eksperymentów

Stały Charakterystyka	Wielkość materiał źródłowy, mm	Prędkość kątowa obrotu schemiya dyski, s-1
Średnica = 100 mm e=0,5 mm	20–0	3.3
		5
		6.7
		8.3
Średnica = 100 mm e=0,5 mm	20–13	3.3
		5
		6.7
		8.3
Średnica = 100 mm e=0,5 mm	13–5	3.3
		5
		6.7
		8.3
Średnica = 100 mm e=0,5 mm	5–0	3.3
		5
		6.7
		8.3

Kąt obrotu silnika ustawiono na 3,3 s-1 i przeprowadzono eksperyment przy
w którym rejestrowane są parametry. Model jest zatrzymany
po 10-15 kg gotowego produktu. Następnie ustawiana jest prędkość kątowa

przeprowadzono obrót dysków o 5 s^{-1} i podobny eksperyment. Podobny eksperyment przeprowadzono dla częstotliwości obrotu $8,3 \text{ s}^{-1}$.

Następnie do zasobnika wsypuje się materiał wyjściowy o rozmiarze 20–13 mm i przeprowadzane są eksperymenty szlifowania w taki sam sposób, jak to miało miejsce opisano powyżej.

Eksperymenty przeprowadza się podobnie dla materiału początkowego o rozmiarze 13–5 i 5–0 mm.

Aby zmienić wielkość szczeliny, po każdym cyklu należy wykonać demontaż. modele i montaż szczeliny o odpowiedniej wielkości za pomocą podkładek.

Wymianę dysków na dyski o innym rozmiarze przeprowadza się również, gdy montaż modelu.

Wyniki eksperymentów przedstawiono w formie tabel, w których podano wartości. rangi wszystkich czynników w trakcie eksperymentu.

Obliczane są następujące wskaźniki:

wydajność;

konkretne zużycie energii;

moc;

stopień zmielenia;

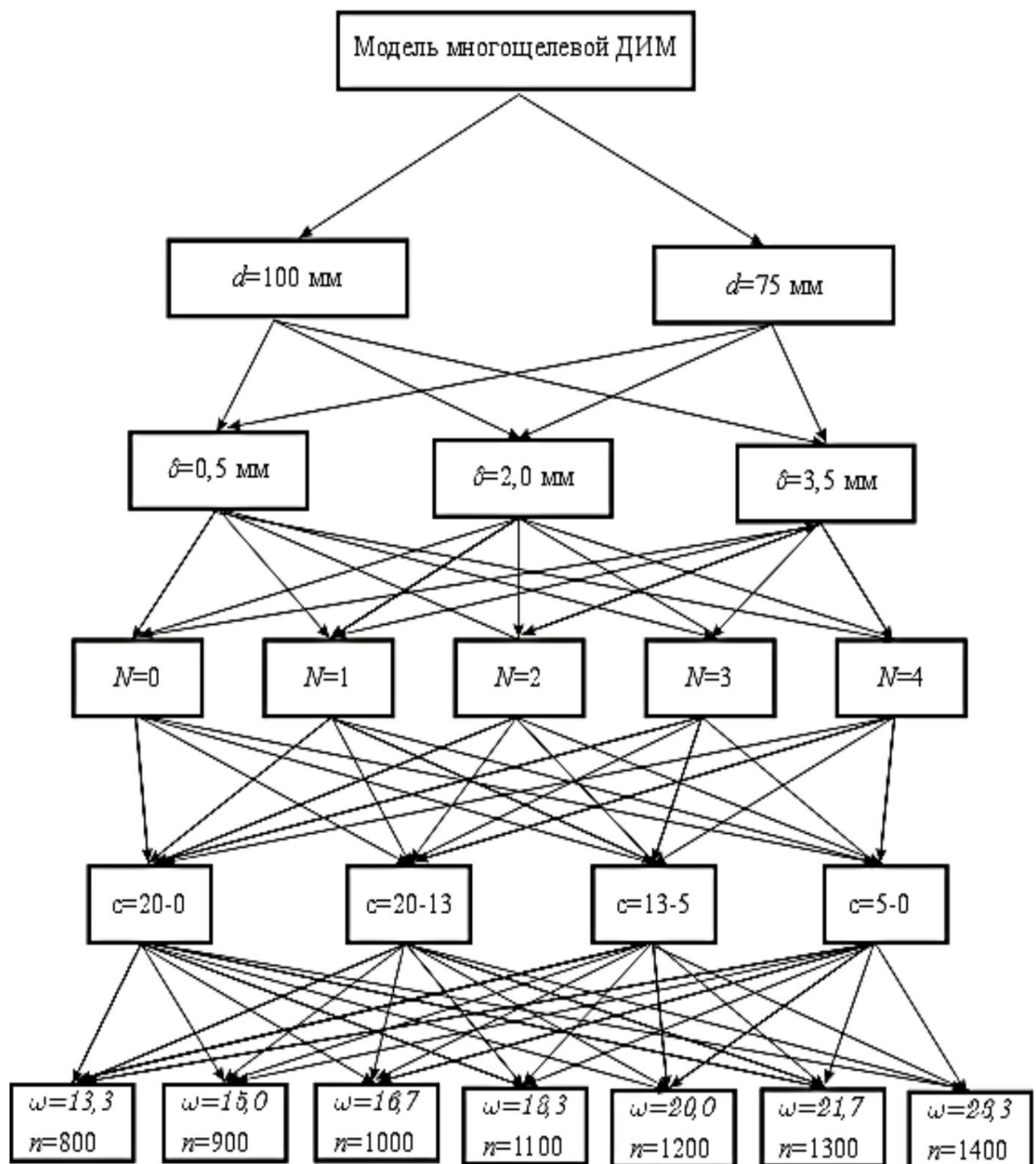
efektywność modelu.

Charakterystykę granulometryczną gotowego produktu określa się za pomocą: analiza sitowa próbki gotowego produktu.

Po każdym cyklu badań eksperymentalnych przeprowadzana jest gra-konstrukcja fizyczna zależności produktywności od częstotliwości obrotów urządzenia kov, na każdym wykresie zaznaczono wartości pozostałych czynników. Po tym, Przeprowadza się analizę wpływu każdego czynnika i wyciąga wnioski.

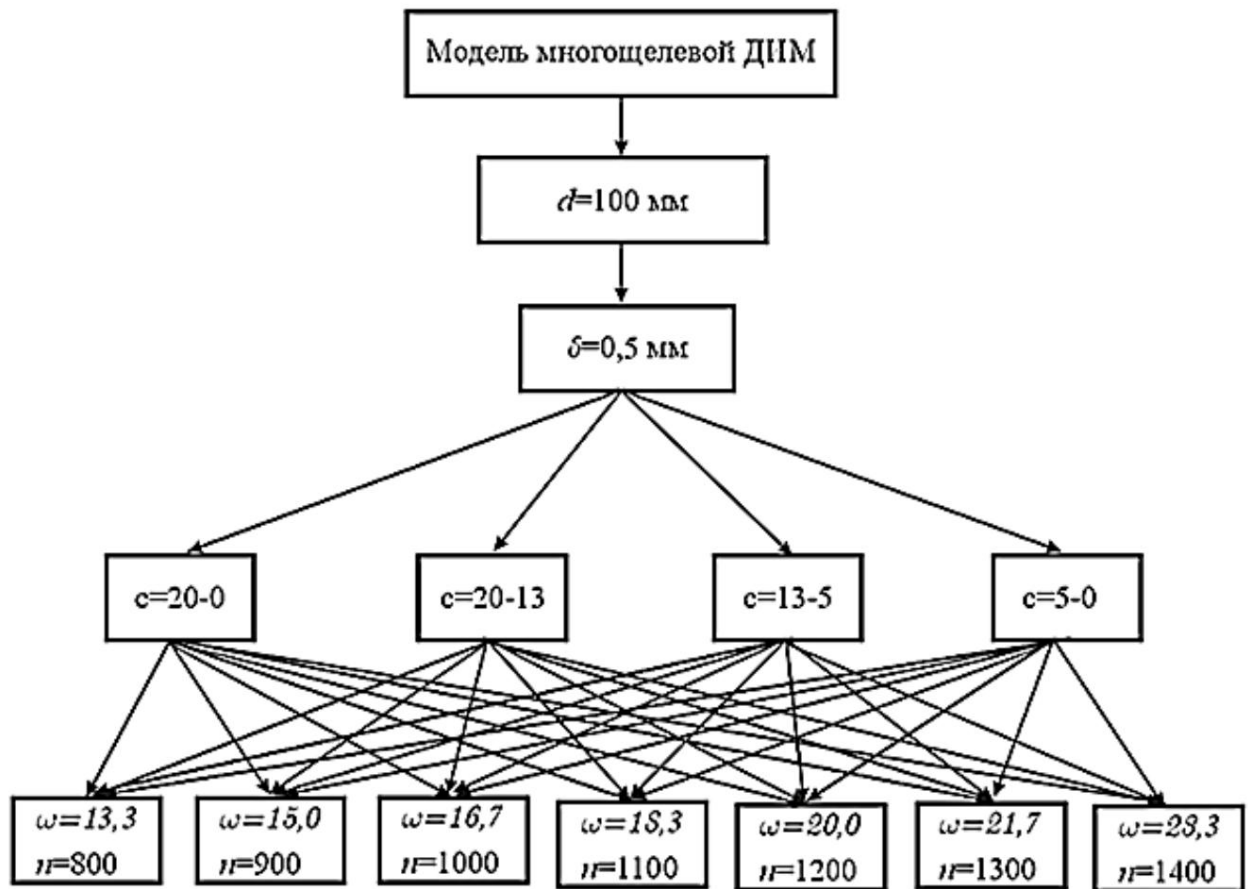
Załącznik B.3 – Schemat, cykle i kolejność badań eksperymentalnych
wielogniazdowy DIM

Rysunek B.3.1 przedstawia schemat badań eksperymentalnych.



Rysunek B.3.1 —Schemat badań eksperymentalnych

Rysunek B.3.2 przedstawia schemat pierwszego cyklu badań eksperymentalnych. Tabela B.3.1 przedstawia kolejność przetwarzania i rejestrowania danych od góry do dołu. eksperymenty w pierwszym cyklu.



Rysunek B.3.2 —Schemat I cyklu badań eksperymentalnych

Tabela B.3.1 —Procedura przeprowadzania eksperymentów

Stałe parametry	średnica = 100 mm; δ=0,5 mm			
Rozmiar oryginalnego materiału materiał, mm	20-0	20-13	13-5	5-0
Prędkość kątowa obrotu dyski	3.3	3.3	3.3	3.3
	5.0	5.0	5.0	5.0
	6.7	6.7	6.7	6.7
	8.3	8.3	8.3	8.3

W tym cyklu:

średnica wymiennych tarcz 100 mm;

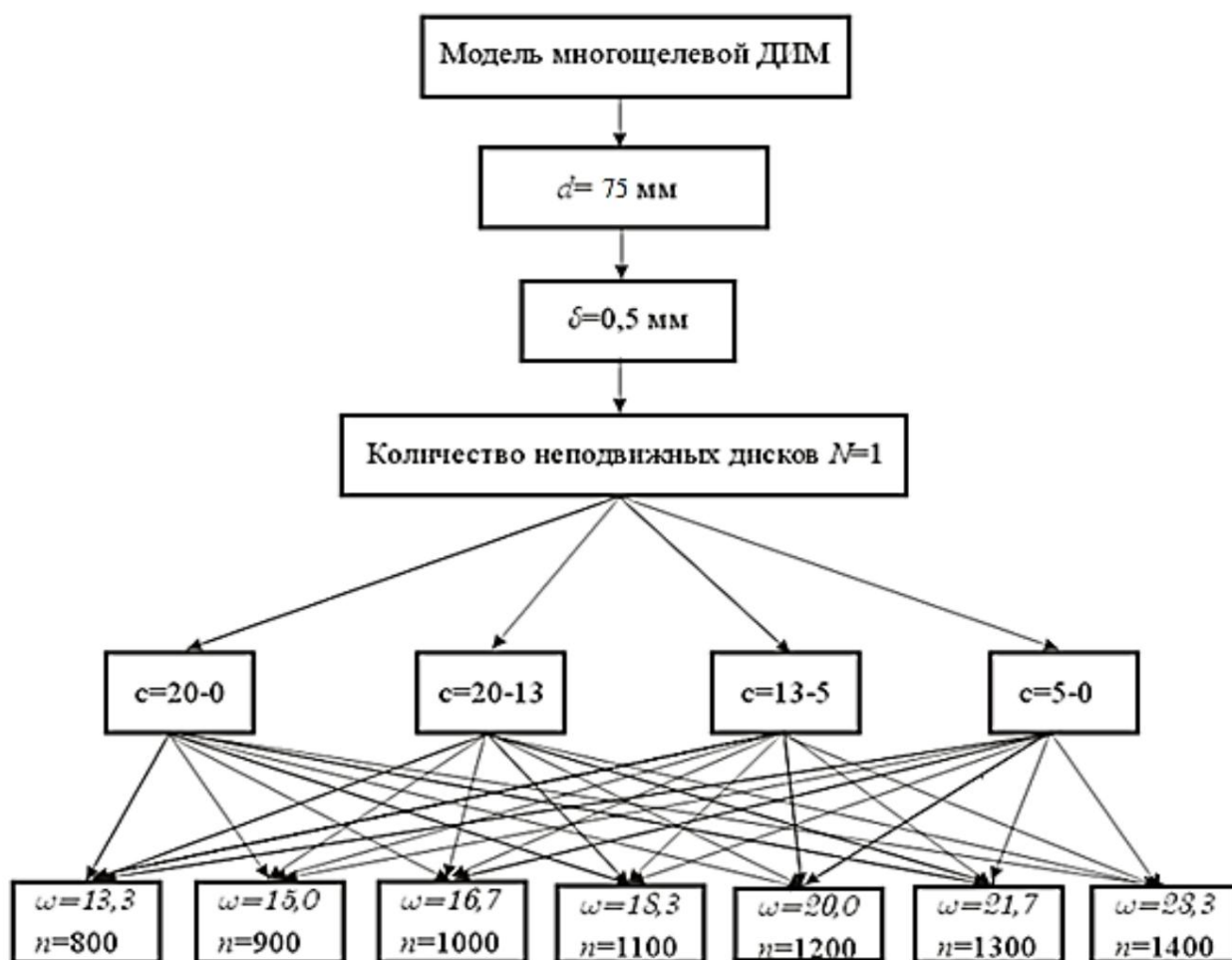
wielkość szczeliny rozładowniczej Δ 0,5 mm;

wielkość materiału źródłowego ustalana jest na poziomach 20-0; 20-13; 13-5; 5-0 mm;

prędkość kątowna obrotu dysków 13,3; 15; 16,7; 18,3; 20; 21,7; 23,3 s⁻¹.

W przypadku pierwszych sześciu cykli kolejność przeprowadzania i rejestrowania danych eksperymentalnych, jak i schemat ich realizacji, są w pełni zgodne z pierwszym cyklem eksperymentalnym badania eksperymentalne, z wyjątkiem: w II i III cyklu rozmiarów luk odpowiednio ustawia się je na różne wartości 2,0 i 3,5 mm, a od 4 do 6 cyklu, przy średnicy tarcz wynosi 75 mm, wielkość szczeliny odpowiada trzem pierwszym cyklom.

Rysunek B.3.3 przedstawia diagram siódmego cyklu badań eksperymentalnych.



Rysunek B.3.3 —Schemat VII cyklu badań eksperymentalnych

W tym cyklu:

średnica części roboczych 75 mm;

górny dysk jest nieruchomy;

wielkość materiału źródłowego ustalana jest na poziomach 20-0; 20-13;

13-5; 5-0 mm;

prędkość kątowna obrotu dysków: 13,3; 15; 16,7; 18,3; 20; 21,7; 23,3 s⁻¹.

W cyklach od 7 do 10 kolejność przeprowadzania i rejestrowania danych eksperymentalnych jest następująca:

Wyniki są w pełni zgodne z wynikami pierwszego cyklu badań eksperymentalnych,

wyjątek: od 8 do 10 odpowiednio dwa, trzy i cztery będą nieruchome

górne dyski i cykle od 11. do 14. powtarzają cykle od 7. do

10., ale o średnicy korpusu roboczego 100 mm.

Kolejność wykonania prac dla cyklu I.

Walec DIM jest przygotowywany do pracy. Dia- jest zainstalowany

metr krążków o średnicy 75 mm i rozmiarze 0,5 mm. Sprawdzana jest gotowość modelu do pracy.

bota, po czym silnik zostaje uruchomiony. Następnie analizowana jest wydajność modelu.

na biegu jałowym.

Do zasobnika wsypuje się surowiec o granulacji 20-0 mm. Były-

Badania eksperymentalne przeprowadza się w kolejności podanej w tabeli.

tworz liniami od góry do dołu. Podawanie materiału z zasobnika do obszaru roboczego

komora lufy (z uruchomionym silnikiem elektrycznym).

Prędkość kątowną obrotu ustawiono na 13,3 s⁻¹ i przeprowadzono eksperyment przy

w którym dokonywana jest rejestracja. Model rolkowy jest zatrzymany

po 10-15 kg gotowego produktu. Następnie ustawiana jest prędkość kątowna obrotu.

prędkość dysku wynosi 15 s⁻¹ i przeprowadzono podobny eksperyment. Eksperymenty przeprowadzano

podobnie dla prędkości kątowych obrotu: 16,7; 18,3; 20; 21,7; 23,3 s⁻¹.

Następnie zasobnik podajnika napełniany jest materiałem wyjściowym o uziarnieniu 20-13.

mm i przeprowadzane są eksperymenty szlifowania w sposób wskazany

wyższy.

Eksperymenty przeprowadza się podobnie dla materiału początkowego o rozmiarze

13-5 mm i 5-0 mm.

Tabela B.4 – Przedziały zmienności czynników

Oznaczenie czynników	Poziomy czynników			Pochować- wałki różnić się- wania	Kod czynników
	środkowy	dolny	górny		
R2, m	0,071	0,066	0,076	0,005	X1
δ , m	0,001	0,0008	0,0012	0,0002	X2
n_H , c-1, obr./min	4.2 (250)	3,3 (200)	5 (300)	0,83 (50)	X3
n , s-1 , obr./min	4.2 (250)	3,3 (200)	5 (300)	0,83 (50)	X4
F	0	-1	1	jakość- Nowy czynnik	X5
σ , MPa	150	130	170	20	X6
E, MPa	2.1 103	1.6 103	2.6 103	0,5 103	X7
b, m	0,01	0,005	0,015	0,005	X8
H, m	0,038	0,030	0,046	0,008	X9
Δ , m	0,02	0,015	0,025	0,005	X10

Załącznik B.5 – Wybór projektu eksperymentalnego i kolejność analizy statystycznej

Liza o swoich wynikach

Przeprowadzenie pełnego eksperymentu czynnikowego z dziesięcioma czynnikami wymaga przeprowadzenie $2^{10}=1024$ eksperymentów, co jest praktycznie niemożliwe, przynajmniej ze względu na dużą czas kosztuje. W tym kontekście przyjęto eksperyment z czynnikami ułamkowymi o wartości $1/64$. replika. Skompilowana macierz eksperymentu czynnikowego ułamkowego uwzględniająca spełnienie wymagań symetrii, normalizacji i ortogonalności reprezentacji podano w tabeli B.5.

Tabela B.5 – Zakodowana macierz eksperymentu czynnikowego ułamkowego

NIE. doświadczenie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
kod macierze	afghk	Ajka	bfgc	ABC	cegh	acfk	bcgh	abcefh	defh	adgh	bdfk	abdegk	cdgfe	acdfge	bcdhke	abcdefghkl

Gdy eksperymenty powtarzane są trzykrotnie, funkcje odpowiedzi są określane przez wzory [230]:

$$1 = \frac{1}{3} \begin{matrix} 3 \\ 1 \\ =1 \end{matrix} \quad (B.1)$$

$$2 = \frac{1}{3} \begin{matrix} 3 \\ 2 \\ =1 \end{matrix}$$

Ocenę błędów eksperymentów równoległych przeprowadza się według wzorów (B.2): (B.3), (B.4).

Wariancja eksperymentów równoległych:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2; \quad (B.2)$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}; \quad (B.3)$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}; \quad (B.4)$$

gdzie n jest liczbą eksperymentów równoległych;

y_i —wartości eksperymentalne parametrów wyjściowych ($i=1, 2, 3$).

Testowanie jednorodności wariancji eksperymentów równoległych.

Do wykonania tego testu zastosowano test Cochran, ponieważ liczba

Przeprowadzono więcej niż dwa eksperymenty N_1 ($N_1=16$), a liczba eksperymentów równoległych jest taka sama. Kryterium Cochran jest określany według wzoru:

$$C = \frac{s^2}{\sum_{i=1}^n s_i^2}. \quad (B.5)$$

Aby określić wartości tabelaryczne kryteriów Cochran, dysponujemy liczbą stopni wolności:

$$f_1 = n - 1 = 3 - 1 = 2; f_2 = N_1 = 16.$$

$$f_1 = 3 - 1 = 2; f_2 = N_1 = 16.$$

Wartość tabelaryczna kryterium Cochran wynosi $G_t = 0,3$ [231].

Hipoteza jednorodności wariancji jest potwierdzona, jeżeli obliczona wartość kryterium Cochran nie przekracza wartości tabelarycznej, tj.:

$$C \leq G_t.$$

Określanie wariancji parametrów wyjściowych (wariancji odtwarzalności) (eksperyment).

Ponieważ liczba eksperymentów w serii jest taka sama, a rozproszenie eksperymentów jest takie samo, natywny, wówczas dyspersję odtwarzalności wyznacza się ze wzoru [232]:

341

$$\frac{1}{n-1} = \frac{1}{n-1} \quad (B.6)$$

Hipotezę o powtarzalności eksperymentów przetestowano przy użyciu

Kryterium Studenta, według którego eksperymenty są powtarzalne, jeżeli prawdziwe jest następujące stwierdzenie

stan : schorzenie:

$$r_R < t_{\alpha}, \quad (B.7)$$

Gdzie r i t —wartości obliczeniowe i tabelaryczne kryteriów Studenta.

Obliczone wartości kryterium określono dla każdej serii duplikatów

eksperymenty według wzoru:

$$r_R = \frac{\dots}{\dots}$$

Wartość teoretyczną kryterium Studenta wyznacza się na poziomie istotności $\alpha=0,05$ i liczba swobody $K=2$ [233, 234].

Współczynniki równań regresji według [235, 236] wyznacza się za pomocą formuła:

$$A = (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (B.8)$$

0
1

gdzie $A = (\dots 10)$ jest macierzą nieznanych współczynników równania regresji:

$x_{01} \times 11 \times 101$
 $x_{02} \times 12 \times 102$

$X = (\dots x_{016} \times 116 \times 1016)$ to macierz wartości parametrów wejściowych w serii eksperymenty (w tym przypadku $X_{01}, X_{02}, \dots, X_{016}$ są równe jeden, X_T jest transportowanym materiałem macierz X);

2

$= (\bar{1} \dots \bar{16})$ jest macierzą wartości średnich parametrów (funkcji odpowiedzi).

Ponieważ w tym przypadku:

342

$$(X^T X)^{-1} = \frac{1}{16} J_a,$$

gdzie E jest macierzą jednostkową, mamy:

$$A = \frac{1}{16} (X^T X)^{-1}. \quad (B.9)$$

Związek korelacyjny pomiędzy dwiema zmiennymi losowymi określa się za pomocą tzw. współczynnik korelacji parowej według następującego wzoru [230]:

$$r_{1,2} = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_1)(\bar{x}_2 - \bar{x}_2)}{\sqrt{(\bar{x}_1 - \bar{x}_1)^2 (\bar{x}_2 - \bar{x}_2)^2}}; \quad (B.10)$$

$$r_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i; \quad r_2 = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} x_i. \quad (B.11)$$

Jak wiadomo $r_{1,2}$ r_1 · W tym przypadku, jeśli $r_{1,2} > 0$, to istnieje bezpośrednie r_1, r_2

moja zależność między r_1 i r_2 , i jeśli $r_{1,2} < 0$, wówczas zachodzi zależność odwrotna r_1, r_2

most. Im bliżej wartości $r_{1,2}$ do jednego, im bliższy jest związek między parami r_1, r_2

metrów do zależności liniowej. Aby ocenić stopień korelacji pomiędzy parametrami,

klatki r_1 i r_2 służą do porównania obliczonej wartości współczynnika korelacji.

z tabelarycznym krytycznym t [230], który jest określony przez przyjęte r_1, r_2

poziom istotności α i liczba stopni swobody $K=N-2$. W tym przypadku, jeśli $r_{1,2} > t$,

w takim przypadku hipoteza o korelacji parametrów nie jest akceptowana.

Wartość tabelaryczna przy $\alpha=0,05$ i $K=16-2=14$, $t = 0,497$ [233].

Przydatność modelu testuje się przy użyciu kryterium Fishera [231, 236]:

$$F = \frac{\frac{2}{\text{pięć}}}{\frac{2}{\{}} \quad (B.12)$$

Gdzie $\frac{2}{\text{pięć}}$ —rozproszenie adekwatności;

$\frac{2}{\{}}$ —wariancja odtwarzalności eksperymentalnej.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

(wersja 13)

gdzie s^2 —kwadrat rozbieżności między wynikami eksperymentalnymi a teoretycznymi

ical, uzyskany za pomocą równań regresji;

$\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2$ —suma resztowa kwadratów różnic wyników.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2 \quad (B.14)$$

Gdzie $\bar{x}$ —średnia wartość eksperymentalna dla serii powtórzonych eksperymentów

towarzysz;

$\hat{x}$ —wartość parametru wyjściowego otrzymana z równań regresji;

F to liczba stopni swobody:

$$F = \frac{s^2}{s_e^2} = \frac{1}{10} (16 + 1) = 16 \quad (10 + 1) = 5.$$

Wartości tabelaryczne kryterium Fishera ustalono według [231] na poziomie 5%.
znaczenie i stopnie swobody $f_1=5$, $f_2=32$, $F_{\tau}=4,4$.

Ponieważ równania regresji muszą być nieliniowe i należy to uwzględnić
możesz wybrać kilka ścieżek, np. realizując plan eksperymentalny
poprzez potrójne interakcje czynników lub poprzez zmniejszenie przedziału zmienności
czynników lub zmniejszenie zakresu zmienności czynników o dużej
współczynniki regresji metodą „siodła” lub restrukturyzację
eksperymentalny projekt mający na celu osiągnięcie wyższej rozdzielczości.

Wszystkie te i inne metody wymagają mnóstwa dodatkowej pracy i wysiłku.
intensywne obliczenia, więc można zastosować prostszą metodę linearyzacji
równania regresji, polegające na wprowadzeniu dodatkowych informacji do równania regresji.
efektywnego współczynnika z współczynnikami korekcyjnymi i , które określają
oblicza się według wzorów:

$$= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2; \quad = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2$$

Jeżeli obliczona wartość kryterium Fishera jest znacząco niższa od wartości tabelarycznej, wówczas przyjmuje się hipotezę o adekwatności modeli matematycznych.

Znaczenie współczynników równań regresji sprawdza się na podstawie warunki, w których współczynnik jest istotny, jeżeli jego wartość bezwzględna jest większa od przedziału ufności odstęp [230].

Przedział ufności wyznaczany jest na podstawie wzorów [230]:

$$= \pm \{ \}; \quad = \pm \{ \}; \quad (wersja 15)$$

Gdzie $\{ \}$, $\{ \}$ —średnie błędy kwadratowe współczynników, równ. problemy regresji;

t_r —wartość tabelaryczna kryterium Studenta.

$$\{ \} = \frac{\overline{\{ \}^2}}{2},$$

$$\{ \} = \frac{\overline{\{ \}^2}}{2}.$$

Wartości $\{ \}^2, \{ \}^2$ są określone wzorem [230, 231].

Załącznik B.6 - Informacje techniczne dotyczące napędu elektrycznego tyrystorowego

EKT2D-63/380-50-AUHL4

Konwencjonalne oznaczenie napędu elektrycznego jest następujące: E - napęd elektryczny; K —kompletny, tyrystor; 2 - drugie pokolenie; D - moment dynamiczny możliwości (hamowanie częstotliwościowe z rozpraszaniem energii na rezystorach); 63 —alemin. prąd wyjściowy (A); 380 —znamionowe napięcie wyjściowe (V); 50 —częstotliwość znamionowa (Hz); A - projekt z ulepszonymi funkcjami wskaźniki wagi i wymiarów % UHL - wersja klimatyczna; 4 —kategoria-góry egzekucji.

Dane techniczne napędu elektrycznego: znamionowe napięcie zasilania Sieci 380 V; częstotliwość zasilania 50, 60 Hz; liczba faz - 3; zakres regulacji napięcie (wartość skuteczna) przy braku zmian napięcia sieci zasilającej nieoznaczone napięciem 0–380 V; odchylenie napięcia (wartość skuteczna) od wartości nominalna $\pm 2,5\%$; dopuszczalne obciążenie od prądu znamionowego 150%; dopuszczalny czas obciążenia 120 s, moc znamionowa 41,5 kW; zakres regulacji częstotliwości 1–60 Hz; zakres roboczy regulacji częstotliwości częstotliwości 5–60 Hz; zakres roboczy regulacji napięcia 38–380 V; konsumpcja-moc wyjściowa 45,2 kW; współczynnik mocy (nie mniejszy niż) 0,83; współczynnik przesunięcie obciążenia 0,15–0,9; współczynnik sprawności (nie mniejszy niż) 92%; natychmiast-wartość znamionowa prądu obciążenia przy znamionowym napięciu wejściowym (nie więcej niż) 180 A; chwilowa wartość prądu obciążenia przy napięciu wejściowym poniżej znamionowego prąd (nie większy niż) 145 A; gęstość właściwa (nie większa niż) 9,16 kg/kVA.

Napęd elektryczny zapewnia:

a) regulacja napięcia wyjściowego do wartości nominalnej, ale nie powyżej napięcia zasilania w funkcji częstotliwości zgodnie z prawem: $U/f = \text{const} = 1,7-7,6$ przy $f_{\text{nom}} = 200$ Hz; $U/f = \text{const} = 4,0-7,6$ przy $f_{\text{nom}} = 50$ Hz, gdzie U jest wartością skuteczną napięcie wyjściowe, f —częstotliwość wyjściowa;

b) praca z prądem $1,5I_{\text{nom}}$ przez 120–180 s;

c) uruchamianie, hamowanie i cofanie silnika elektrycznego;

d) praca z prądem znamionowym na obciążeniu mającym współczynnik przesunięcia 0,15–0,9 przy $f_{nom}=50$ Hz i 0,15–0,7 przy $f_{nom}=200$ Hz.

Napęd elektryczny wyposażony jest w urządzenia sterujące: woltomierz wyjściowy napięcie (do pomiaru napięcia na wyjściu napędu elektrycznego), woltomierz miernik częstotliwości wyjściowej (do pomiaru częstotliwości na wyjściu napędu elektrycznego) metodą biologiczną), amperomierz. Zakresy pomiarowe urządzeń są następujące: napięcie-miernik napięcia wyjściowego 0–420 V dokładność pomiaru $\pm 2,5\%$; amperomierz 0–200 A (dokładność pomiaru $\pm 2,5\%$); woltomierz częstotliwości wyjściowej 0–160 V (dokładny) dokładność pomiaru $\pm 2\%$).

Napęd elektryczny umożliwia wstępną i dokładną regulację częstotliwości prędkość obrotowa wału silnika elektrycznego z możliwością zmiany kierunku obrotu. Wyposażony jest w układy zabezpieczające przed zwarciami i przeciążeniami. i zanik fazy.

Załącznik B.7 —Charakterystyka techniczna tachometru IO-10

Zakresy pomiarowe:

- 1) 25 obr./min - 100 obr./min;
- 2) 75 obr./min - 300 obr./min;
- 3) 250 obr./min - 1000 obr./min;
- 4) 750 obr./min - 3000 obr./min;
- 5) 2500 obr./min - 10000 obr./min.

Skala wewnętrzna tachometru IO-10 odpowiada zakresom liczbowym obroty 25 obr./min - 100 obr./min; 250 obr./min - 1000 obr./min; 2500 obr./min - 10000 obr./min, a zewnętrzna 75 obr./min - 300 obr./min; 750 obr./min - 3000 obr./min.

Wartość jednej działki każdej skali ustala się zgodnie z tabelą B.7.

Tabela B.7 —Wartość jednej działki każdej skali tachometru IO-10

Skala	Zakres liczb	Cena podziału
Wewnętrzny	25 obr./min–100 obr./min	1 obr./min
	250 obr./min–1000 obr./min	10 obr./min
	2500 obr./min–10000 obr./min	100 obr./min
Zewnętrzny	75 obr./min–300 obr./min	2 obr./min
	750 obr./min–3000 obr./min	20 obr./min.

Załącznik B.8 - Oznaczanie właściwości mechanicznych betonu

Oznaczanie właściwości mechanicznych betonu z dodatkiem żużla odpadowego i beton odpadowy wyprodukowano na próbkach wykonanych z mieszanki betonowej następujących materiałów skład dmuchany:

cement z cementowni Bałaklejewskiego i zakładu łupkowego, gatunek 400;
tłuczeń kamienny z kamieniołomu Bugajewskiego M 400, frakcja 5-20;
Piasek Novo-Kandrashovsky'ego $M_{kr}=1,1$, gdzie M_{kr} jest modulem drobnoziarnistości;
woda;
żużel odpadowy lub odpady betonowe.

W celu określenia wytrzymałości na odpuszczanie w warunkach laboratoryjnych wszystkie próbki

Poddaliśmy się parowaniu według następującego schematu:

utrzymywanie po uformowaniu przez 2 godziny;
podniesienie temperatury do zadanej wartości w ciągu 3 godzin;
utrzymywanie próbek w temperaturze 70° C przez 8 godzin;
chłodzenie przez 3 godziny.

Aby porównać właściwości mechaniczne prototypów z właściwościami produkcyjnymi, przygotowano partię kontrolną składu:

cement 320 kg;
piasek 460 kg;
kamień tłuczniowy 300 kg;
woda 185 kg.
Razem 2265 kg.

Do mieszanki dodano plastyfikator ЦЦ ПК (alkaliczny odpad z produkcji betonu). prolaktam) w objętości 5 litrów, co służy lepszemu ułożeniu betonu mieszanki (układanie lub formowanie – zdolność do wypełniania formy przy użyciu tej metody zagęszczania, przy zachowaniu jego jednorodności) [251].

Dzienna wytrzymałość na ścislenie próbek wynosiła $R_{cj}=106 \text{ kgf/cm}^2$ lub 10,8 MPa, osiadanie stożka 15 cm (osiadanie stożka jest uwarunkowane ruchliwością (wzrost) betonowalność) pod wpływem ciężaru własnego mieszanki betonowej).

1. Zmniejszono zużycie cementu o 10% i zastąpiono go drobno zmielonymi odpadami tony. Skład mieszanki:

cementu 283 kg,

odpady betonowe 32 kg,

piasek 460 kg,

tłuczeń kamienny 1300 kg,

woda 160 kg.

Razem 2240 kg.

Plastyfikator 5 l.

Dzienna wytrzymałość próbek na ściskanie wynosiła:

$R_{comp} = 108 \text{ kgf/cm}^2$ lub $11,0 \text{ MPa}$.

Zanurzenie stożka wynosi 10 cm.

2. Zmniejszono zużycie cementu o 10% i zastąpiono go drobno zmielonymi odpadami żużel. Skład mieszanki:

cementu 288 kg,

żużel odpadowy 32 kg,

piasek 460 kg,

tłuczeń kamienny 1300 kg,

woda 156 kg.

Razem 2236 kg.

Plastyfikator 5 l.

Dzienna wytrzymałość próbek na ściskanie wynosiła $R_c = 99,0 \text{ kgf/cm}^2$ lub $10,0 \text{ MPa}$.

Zanurzenie stożka wynosi 10 cm.

Aby określić wytrzymałość na ściskanie po starzeniu

Przez siedem dni pobierano próbki z mieszanek betonowych użytych powyżej, a

Poddano je obróbce mającej na celu uodpornienie na działanie ciepła i wilgoci zgodnie z podanym harmonogramem.

Badania mechaniczne próbek wykazały następujące wyniki: 1) Bez wymiany cementu

$R_{cx.7d} = 125 \text{ kgf/cm}^2$ lub $12,7 \text{ MPa}$;

2) Zastąpienie cementu 10% drobno zmielonych odpadów betonowych $R_{c,7\text{day}}=123 \text{ kgf/cm}^2$ lub $12,5 \text{ MPa}$;

3) Zastąpienie cementu 10% drobno zmielonym żużlem odpadowym $R_{c,7\text{d}}=142 \text{ kgf/cm}^2$ lub $14,4 \text{ MPa}$.

Zwykle w zakładach produkujących domy z dużych płyt stosuje się jako wypełniacz używany jest drobny piasek kwarcowy, co zwiększa zapotrzebowanie na cement. W związku z tym zaproponowano zastąpienie części (40%) piasku kwarcowego osadem odpadowym. beton w postaci brył lub odpadów.

Do przeprowadzenia eksperymentów wykorzystano żużel odpadowy i odpady betonowe. partię na instalacji z frakcją $2,0-2,5 \text{ mm}$. Przygotowywano mieszankę betonową produkcja prototypów z zastąpieniem piasku kwarcowego żużlem odpadowym i odpady betonowe.

Dzienna wytrzymałość próbek na ściskanie wynosiła:

1) Kontrola bez wymiany piasku, mieszanie $R_{c,7\text{d}}=166 \text{ kgf/cm}^2$ lub $17,0 \text{ MPa}$.

2) Zastąpiono 40% piasku zmielonym żużlem odpadowym $R_{c,7\text{d}}=173 \text{ kgf/cm}^2$ lub $17,6$

Wielkość obrotowa w 10% wynosi:

3) Zastąpiono 40% piasku zmielonymi odpadami betonowymi $R_{c,7\text{d}}=180 \text{ kgf/cm}^2$ lub $18,3$

Wielkość obrotowa w 10% wynosi:

Załącznik G – Wyniki eksperymentu wieloczynnikowego

Tabela G.1 – Wyniki obliczeń wariancji odtwarzalności eksperymentu
dla parametru $y_1=f(N)$

NIE. doświadczenie	2 1	1	$= \frac{1 - 1}{1}$	
1	2	3	4	5
1	0,0710	0,2660	0,83 0,22 1.13	4,303
2	0,0051	0,0714	0,70 0,28 0,84	4,303
3	0,0692	0,0692	0,95 0,58 1,73	4,303
4	0,0442	0,2100	1.05 0,19 0,93	4,303
5	0,0076	0,0872	0,78 2.34 1,12	4,303
6	0,0097	0,0985	1.11 0,20 0,96	4,303
7	0,0005	0,0224	0,89 0,09 1.07	4,303

Ciąg dalszy tabeli G.1

1	2	3	4	5
8	0,2525	0,1263	1.05 0,17 0,93	4,303
9	0,2463	0,1232	0,91 0,14 1.08	4,303
10	0,0007	0,0004	1.20 0,05 0,60	4,303
11	0,0105	0,0053	0,27 0,14 1.37	4,303
12	0,0240	0,0120	1.11 0,21 0,85	4,303
13	0,2053	0,1027	0,87 0,12 1.10	4,303
14	0,0127	0,0064	0,99 0,27 0,99	4,303
15	0,0127	0,0064	0,78 0,25 1.15	4,303
16	0,1672	0,0806	1.06 0,20 0,80	4,303

Tabela G.2 —Wyniki obliczeń wariancji odtwarzalności eksperymentu
dla parametru $y_2=f(Q)$

NIE. doświadczenie	$\frac{2}{2}$	2	$= \frac{2 - 2 \text{ lata}}{2}$	
1	2	3	4	5
1	0,0013	0,0360	0,97 0,08 1.03	4,303
2	0,0017	0,0410	0,95 0,07 1.05	4,303
3	0,0004	0,0200	0,75 0,05 1.20	4,303
4	0,0007	0,0271	0,96 0,07 1.03	4,303
5	0,0004	0,0196	0,97 0,10 1.02	4,303
6	0,0007	0,0260	1,00 0,08 1.04	4,303
7	0,0004	0,0200	1.15 0,30 0,80	4,303
8	0,0006	0,0235	0,98 0,09 1.02	4,303

Ciąg dalszy tabeli G.2

9	0,0005	0,0224	0,97 0,09 1.03	4,303
10	0,0006	0,0250	0,96 0,08 1.04	4,303
11	0,0001	0,0065	1,00 0,02 1,00	4,303
12	0,0001	0,0082	1.01 0,01 0,99	4,303
13	0,0012	0,0351	0,97 0,09 1.03	4,303
14	0,0019	0,0440	0,95 0,07 1.05	4,303
15	0,0033	0,0575	0,96 0,07 1.04	4,303
16	0,0057	0,0760	0,92 0,13 1,50	4,303

Tabela G.3 - Obliczanie wariancji odtwarzalności dla parametru y_1

NIE. doświadczenie	x_1	$\bar{x}_1$	$x_1 - \bar{x}_1$	$(x_1 - \bar{x}_1)^2$
1	4,66	4,84	-0,18	0,0324
2	1,38	1,16	0,22	0,0484
3	1,24	0,99	0,25	0,0610
4	5,16	5,45	-0,29	0,0841
5	1,53	1,79	-0,26	0,0676
6	2,48	2,50	0,02	0,0004
7	0,45	0,26	0,19	0,0369
8	8,71	8,86	-0,15	0,0225
9	8,82	9,06	-0,24	0,0576
10	0,45	0,25	0,20	0,0392
11	2,52	2,35	0,17	0,0289
12	1,55	1,68	-0,13	0,0178
13	7,94	7,50	0,44	0,1940
14	1,96	2,60	-0,64	0,4100
15	2,26	2,87	-0,61	0,3720
16	0,90	6,33	0,57	0,3250

Tabela G.4 —Obliczenie wariancji odtwarzalności parametru y_2

NIE. doświadczenie	$\bar{y}_2$	$\bar{y}_2$	$\bar{y}_2 - \bar{y}_2 = 0$	$\bar{y}_2^2$
1	0,387	0,434	-0,047	0,0022
2	0,452	0,359	0,093	0,0086
3	0,216	0,192	0,024	0,0006
4	0,287	0,240	0,047	0,0022
5	0,921	0,170	0,051	0,0036
6	0,282	0,250	0,032	0,0010
7	0,200	0,224	-0,024	0,0006
8	0,254	0,312	-0,058	0,0034
9	0,227	0,188	0,004	0,0015
10	0,273	0,244	0,029	0,0008
11	0,067	0,082	-0,015	0,0002
12	0,088	0,146	-0,058	0,0034
13	0,379	0,420	0,041	0,0017
14	0,476	0,516	-0,004	0,00002
15	0,626	0,610	0,016	0,0003
16	0,780	0,071	0,066	0,0044

Tabela G.5 – Resztkowe sumy kwadratów ulepszonego równania matematycznego
modelu ical

NIE. doświadczenie	η	1	σ^2	2	2	$\frac{\sigma^2}{2}$
1	4,555	0,105	0,0110	0,3915	0,0045	0,00002
2	1,448	0,068	0,0046	0,4015	0,0505	0,00255
3	1,278	0,038	0,0014	0,2345	0,0185	0,00034
4	5,165	0,005	0,0	0,2825	0,0085	0,00002
5	1,505	0,025	0,0006	0,2125	0,0105	0,00007
6	2,785	0,305	0,0930	0,2975	0,0185	0,00011
7	0,545	0,093	0,0086	0,1815	0,0155	0,00034
8	8,575	0,135	0,0180	0,2695	0,0035	0,00024
9	8,775	0,045	0,0020	0,2305	0,0155	0,00001
10	0,538	0,087	0,0076	0,2865	0,0135	0,00018
11	2,635	0,115	0,0130	0,0395	0,0875	0,00076
12	1,395	0,152	0,0230	0,1035	0,0016	0,00024
13	7,785	0,155	0,0240	0,3775	0,0015	0,0
14	2315	0,355	0,1260	0,4735	0,0025	0,00001
15	5,585	0,325	0,1060	0,6525	0,0026	0,00070
16	6,615	0,285	0,0810	0,7565	0,0235	0,00055

Tabela G.6 - Ocena istotności współczynników równania regresji dla pa-
parametr $y_1=f(N)$ (moc)

Nazwa czynniki	Oznaczający współczynnik	Godny zaufania interwał	Stopień znaczenie
X0	3,626	0,103	istotne
X1 =	0,052		nieistotne
X2 =	0,027		istotne
X3 = N	0,403		istotne
X4 = v	0,424		istotne
X5 = F	2,033		istotne
X6 =	1,035	0,103	istotne
X7 = E	1,283		istotne
X8 =	0,578		istotne
X9 =	0,716		istotne
X10 =	0,312		istotne

Tabela G.7 - Ocena istotności współczynników równania regresji dla
parametr $y_2=f(Q)$ (produktywność)

Nazwa czynniki	Oznaczający współczynnik	Godny zaufania interwał	Stopień znaczenie
X0	0,326	0,0186	istotne
X1 =	-0,036		istotne
X2 =	-0,011		nieistotne
X3 = N	0,076		istotne
X4 = v	0,039		nieistotne
X5 = F	0,002		nieistotne
X6 =	0,011		nieistotne
X7 = E	0,004		nieistotne
X8 =	0,074		istotne
X9 =	0,034		istotne
X10 =	0,124		istotne

Załącznik G.8 – Wyniki przetwarzania eksperymentów wieloczynnikowych

Ze stołu. G.1, G.2 znajdujemy:

$$\begin{aligned} s_{11}^2 &= 0,12525; & s_{22}^2 &= 0,0057. \\ s_{16}^2 &= 0,6063; & s_{26}^2 &= 0,1954. \end{aligned}$$

W ten sposób obliczone wartości kryterium Cochran wynoszą:

$$y_1 = \frac{0,12625}{0,6063} = 0,2;$$

$$u_2 = \frac{0,0057}{0,1954} = 0,29.$$

Ponieważ obliczona wartość kryterium Cochran nie przekracza wartości tabelarycznej, Wartości, wariancje są uśredniane, a wariancja odtwarzalności jest obliczana eksperyment jako całość.

Korzystając z danych z Załączników G.1 i G.2:

$$s_{\{1\}}^2 = \frac{1,2120}{16(3-1)} = 0,038;$$

$$s_{\{1\}} = \frac{0,039253}{16(3-1)} = 0,00123.$$

Wartości p przedstawiono w tabelach G.1 i G.2.

Z porównania p i T jasne jest, że we wszystkich eksperymentach warunek jest spełniony $R < 0,95$. Zatem w 95% przypadków wyniki eksperymentów są powtarzalne.

Obliczone wartości współczynników równań regresji przedstawiono w Tabeli G.1.

Tabela G.1 —Wartości współczynników równań regresji

I	0	1	2	3	4
	3,626	-0,0519	-0,0268	0,403	0,424
	0,326	-0,0360	0,0110	0,076	-0,039

Ciąg dalszy tabeli G.1

I	5	6	7	8	9	10
	2,033	1,0350	-1,2830	0,578	-0,716	0,312
	0,002	-0,0100	0,0040	0,074	0,034	0,124

Obliczenia wykorzystujące wzory (5.10) i (5.11) dały następujące wyniki:

$$1 = 0 = 3,626; 2 = 0 = 0,326; \quad 1, 2 = 0,214.$$

Wartość tabelaryczna przy $\alpha=0,05$ i $K=16-2=14$, $t_{\alpha} = 0,497$.

Ponieważ $1, 2 < t_{\alpha}$, w takim przypadku hipoteza o liniowej korelacji pomiędzy N i Q zostaje odrzucona.

Zdarza się.

Równania regresji są następujące:

$$\begin{aligned} \hat{1} = & 3,626 - 0,0519 x_1 - 0,0268 x_2 + 0,403 x_3 + 0,424 x_4 + \\ & + 2,033 x_5 + 1,035 x_6 - 1,283 x_7 + \\ & + 0,578 x_8 - 0,716 x_9 + 0,312 x_{10}; \end{aligned} \quad (G.1)$$

$$\begin{aligned} \hat{2} = & 0,326 - 0,003 x_1 - 0,011 x_2 + 0,076 x_3 + 0,039 x_4 + \\ & + 0,02 x_5 + 0,01 x_6 + 0,004 x_7 + \\ & + 0,074 x_8 + 0,034 x_9 + 0,124 x_{10}. \end{aligned} \quad (G.2)$$

Przedstawiono wszystkie niezbędne wyniki obliczeń według wzorów (G.1), (G.2) przedstawiono w tabelach G.3 i G.4. Biorąc pod uwagę te wyniki, mamy:

$$F_{ogłoszenie}^{2,1} = \frac{\frac{1}{=1} \frac{2}{1}}{5} = \frac{1,8014}{5} = 0,36;$$

$$F_{Zgłoszenie}^2 = \frac{\frac{1}{=1} \frac{2}{2}}{5} = \frac{0,0345}{5} = 0,007.$$

Kryteria obliczeń Fishera:

$$F_1 = \frac{\frac{2}{1 \text{ reklama}}}{\frac{2}{\{ 1 \}}} = \frac{0,36}{0,038} = 9,474;$$

$$F_2 = \frac{\frac{2}{Zgłoszenie}}{\frac{2}{\{ 2 \}}} = \frac{0,007}{0,00123} = 5,691.$$

Jak widoczny tabelaryczny oznaczający kryteria Rybak, $F_{1,2} < (F_{1,2}) = (9,474; 5,691)$, stąd hipoteza o adekwatności obu równań regresja została odrzucona.

Dlatego równania regresji muszą być nieliniowe i uwzględniać Można to zrobić na kilka sposobów, na przykład poprzez wypełnienie planu byłego okres poprzez potrójne interakcje czynników lub poprzez zmniejszenie przedziału zmienność czynników lub zmniejszenie przedziału zmienności czynników o większej z wyższymi współczynnikami regresji przy użyciu metody „siodła” lub restrukturyzacji eksperymentalnego projektu w celu uzyskania wyższej rozdzielczości trzymaj. Wprowadźmy do równań regresji dodatkowy czynnik ze współczynnikami poprawki i , które są określone przez odpowiednie wzory z P. 5.3. Odpowiednie wartości F_1 , F_2 pochodzą z załączników G.5. W rezultacie, otrzymano: $F_1 = 285$; $F_2 = 0,0425$.

Adekwatność modeli matematycznych (6.1) i (6.2) sprawdza się za pomocą Kryterium Fishera. Biorąc pod uwagę wyniki tych obliczeń, otrzymano:

$$s_{ogłoszenie}^2 = \frac{s_{1 reklama}^2 + s_{2 reklama}^2}{5} = \frac{0,51985}{5} = 0,104; \quad s_{Zogłoszenie}^2 = \frac{s_{1 Zogłoszenie}^2 + s_{2 Zogłoszenie}^2}{5} = \frac{0,006134}{5} = 0,0012268.$$

Kryteria obliczeń Fishera:

$$F_1 = \frac{s_{1 reklama}^2}{s_{\{1\}}^2} = \frac{0,104}{0,038} = 2,737; \quad F_2 = \frac{s_{2 Zogłoszenie}^2}{s_{\{2\}}^2} = \frac{0,0012268}{0,00123} = 0,997.$$

Ponieważ obie obliczone wartości 1 i 2 są znacznie mniejsze od wartości tabelarycznej, Kryterium Fishera $F_{\alpha} = 4,4$, następnie hipoteza o adekwatności modeli matematycznych (6.1), (6.2) jest akceptowana.

Aby sprawdzić istotność współczynników równań regresji, należy obliczyć ich wartość bezwzględną podana wartość musi być większa niż przedział ufności określony przez wzory:

$$t_1^2 = 0,51985; \quad t_2^2 = 0,006134.$$

średnie błędy kwadratowe współczynników, równania regresji:

$$s_{\{1\}}^2 = \frac{s_{\{1\}}^2}{1} = \frac{0,038}{16} = 0,00237; \quad s_{\{2\}}^2 = 0,0487;$$

$$s_{\{2\}}^2 = \frac{s_{\{2\}}^2}{1} = \frac{0,00123}{16} = 0,000077; \quad s_{\{3\}}^2 = 0,000877.$$

Przedziały ufności wynoszą:

$$= \pm 2,12 \quad 0,0487 = \pm 0,103;$$

$$= \pm 2,12 \quad 0,00877 = \pm 0,0186.$$

Ocenę istotności współczynników równań regresji przedstawiono w Załączniki G.6 i G.7.

Załącznik G.9 - Materiały pomocnicze do produkcji
testy

Tabela G.9.1 —Główne charakterystyki młynka laboratoryjnego DIM-250

Nazwa cech		Wartość liczbową
Wymiary całkowite wymiary	wysokość, mm	440
	szerokość, mm	320
	długość, mm	400
Średnica komory roboczej, mm		250
Wysokość komory roboczej, mm		150
Moc silnika elektrycznego, kW		3.0
Liczba silników elektrycznych, szt.		2
Napięcie sieci zasilającej 3-fazowej, V Prędkość		380
obrotowa wirnika, obr./min		685
Waga, kg		75

Tabela G.9.2 —Główne cechy prototypu DIM-1800

Nazwa cech		Wartość liczbową
Wymiary całkowite	wysokość, mm	2200
	szerokość, mm	3000
	długość, mm	5600
Moc silnika elektrycznego, kW Prędkość		110
obrotowa wirnika, obr./min. Liczba		850
silników elektrycznych, szt.		1
Zamiar		Kruszenie chromu i magnezu bezcynkowe i szamotowe cegły
Napięcie zasilania trójfazowego		380
Waga, kg		35000
Maksymalny rozmiar przesyłanego materiału, mm		200

Tabela G.9.3 —Główne cechy DIM-2250

Nazwa cech		Wartość liczbową
Wymiary całkowite	wysokość, mm	2700
	szerokość, mm	3800
	długość, mm	7000
Moc silnika elektrycznego, kW		160
Prędkość wirnika, obr./min		750
Prowadzić		2-stopniowy (klimat i faza zmiana biegów) (dom wiejski)
Napięcie zasilania trójfazowego		380
Waga, kg		42000
Maksymalny rozmiar ładowanego materiału, mm		250

Tabela G.9.4 – Wyniki analizy chemicznej produktu gotowego

Tworzywo	MO	Wapno	Tlenek	Frakcja, mm
PPM-85 (Satka)*	88,6	6,5	3.17	1-8
Własne szlifowanie 90,2-90,8		2,7-3,8	1,8-2,1	1-10

Tabela G.9.5 —Charakterystyka kruszarki młotkowej DMRIE 14,5×13–1000

Parametr maszyny		Wartość parametru
Wydajność, t/h		do 250
Wymiary wirnika	średnica, mm	1450
	szerokość, mm	1300
Wymiary całkowite środku kruszącego	długość, mm	4798
	szerokość, mm	3230
	wysokość, mm	2270
liczba młotków, szt.		115
masa młotka, kg		18
masa bez wyposażenia elektrycznego, kg		18046
wielkość kawałka wapienia na wejściu, mm		80
Silnik elektryczny typu AKZ 13–46–6 UHPCH		
napięcie, V		6000
moc, kW		630
prędkość obrotowa, obr./min		735
waga, kg		4100
Przenośnik rurowy D=720 mm z dwoma silnikami elektrycznymi o mocy 4 kW każdy		

Tabela G.9.6 – Zawartość substancji chemicznych w proszku ogniotrwałym

Rzeczy- wszystko	Zawartość substancji chemicznych w proszku ogniotrwałym, %	
	Po mieleniu w zakładzie WYM.–250	Zgodnie z GOST 24862–81
MgO	90,5	nie więcej niż 85%
Wapno	3,85	nie więcej niż 8
SiO ₂	1.8	nie więcej niż 4,5
Cr ₂ O ₃	0,8	—

Tabela G.9.7 —Charakterystyka ekranu GISL-72, dwuwarstwowego

Parametr ekranu		Rozmiar
Wymiary całkowite wymiary	długość, mm	7000
	szerokość, mm	3800
	wysokość, mm	2600
Waga, kg		11085
Napęd - 2 silniki elektryczne o mocy 32 kW każdy		
amplituda oscylacji sita, mm		6
częstotliwość oscylacji sita, Hz		730

Tabela G.9.8 —Kąt naturalnego nachylenia różnych frakcji wapienia po
kruszarki młotkowe

Wielkość frakcji, mm							
0-0,063	0,063-0,16	0,16-0,5	0,5-1,0		1,0-2,0	2,0-3,0	3.0
35	30	43	32		32	33	31
22	30	27	29		30	32	29
29	30	33	30		31	33	30
Pojemność wilgoci, mm							
35	39	37	50		34	34	33
42	35	49	38		37	25	17
38	37	43	44		35	29	25

Tabela G.9.9 —Kąt naturalnego nachylenia różnych frakcji wapienia po
WYM.-2250

Wielkość frakcji, mm						
<0,063	0,063-0,16	0,16-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-3,0	>3,0
39,0	32,9	29,6	29,4	28,9	26,6	34,3
43,8	40,3	32,5	29,4	35,2	31,2	36,7
Pojemność kapilarna wilgoci, mm						
36	33	43	23	17	25	49

Załącznik D - Programy do statystycznego przetwarzania wyników wieloczynnikowych
eksperyment toryczny

1. Program PKOX - tworzenie zbioru danych KOHR - tabele współczynników
Współczynniki Cochra.

2. Program KOR1 - tworzenie zbioru danych KOR - tabele współczynników
współczynniki korelacji.

3. Program STUD - tworzenie zbioru danych KRITS - tabele wartości
Rozkład t jest rozkładem t-Studenta.

4. Program PROGF —tworzenie zbioru danych TABFI —tabeli wartości
Nauki Fischera.

5. Program VARF - drukowanie tabeli przedziałów zmienności faktu-
rów.

6. Program 8PLAN - wprowadzenie macierzy planowania eksperymentalnego i
część eksperymentalnego projektu z jednoczesną randomizacją.

7. Program PLAN testuje hipotezę o korelacji czynników.
rów, oblicza wariancję eksperymentów równoległych i wariancję powtarzalności
sti, sprawdza jednorodność wariancji eksperymentów równoległych według kryterium Kocha
Rena na prośbę użytkownika drukuje trzy tabele:

- a) wyniki losowego eksperymentu wieloczynnikowego;
- b) obliczenie wariancji eksperymentów równoległych dla mocy;
- c) obliczenie wariancji eksperymentów równoległych pod kątem produktywności.

Następnie program PLAN sprawdza hipotezę o braku defektów we wszystkich eksperymentach.
zgodnie z kryterium Studenta dla obu modeli.

8. Program PLAN2 jest ładowany automatycznie po zakończeniu programu
PLAN. Tutaj obliczane i sprawdzane są współczynniki równań regresji
adekwatność modeli według kryterium Fishera.

9. Program PLAN3 ładowany jest automatycznie po programie PLAN2. W tym
program sprawdza istotność współczynników równań regresji według kryterium
Ryu studenckie.