

Автор едр.
М 80

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени М.В.Ломоносова

Аспирант МОРОЗОВ Ю.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
ПРОДУКТАМИ РАЗМОЛА ЗЕРНА ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ
С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ МЕТОДА КОНТРОЛЯ ГРА-
НУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА В ПОТОКЕ

198 - Автоматизация производственных процессов

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Переучет 1958

Одесса - 1970

СК

Автореферат
М80

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени М.В.Ломоносова

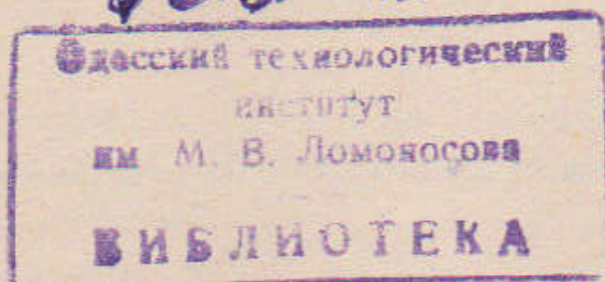
Аспирант МОРОЗОВ Ю.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
ПРОДУКТАМИ РАЗМОЛА ЗЕРНА ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУ-
ЧЕНИЯ С ЦЕЛЮ РАЗРАБОТКИ МЕТОДА КОНТРОЛЯ ГРА-
НУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА В ПОТОКЕ

198 - Автоматизация производственных процессов

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

УД.Б. 1820



Одесса - 1970

Работа выполнена на кафедре „Автоматизации производственных процессов“ Одесского технологического института имени М.В.Ломоносова.

Научные руководители:

доктор технических наук, профессор П.Н.Платонов,
кандидат технических наук, доцент Н.К.Наремский.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор О.А.Мяздриков,
кандидат технических наук И.И.Игнатенко.

Ведущие предприятия:

Проектно-конструкторский институт „Пищепромавтоматика“

Автореферат разослан „___“ _____ 1970 г.

Защита диссертации состоится 27 февраля 1970 г.
на заседании Ученого Совета Одесского технологического института имени М.В.Ломоносова.

Просим Ваши отзывы в двух экземплярах направлять по адресу:

Г.Одесса -39, ул.Свердлова, 112, Технологический институт имени М.В.Ломоносова.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Л.ЗАПОРОЖЕЦ

ВВЕДЕНИЕ

Гранулометрический состав существенно влияет на физико-механические свойства сыпучих сред. Он является основным критерием осуществляющим оценку процесса измельчения различных материалов.

Оптимальное регулирование крупности в процессе измельчения сыпучих материалов является одним из резервов повышения производительности измельчающих машин. Повышение качества извлечения конечного продукта крайне необходимо для целого ряда отраслей промышленности: цветной, черной, порошковой металлургии; химической ~~цветной~~ и пищевой промышленности; энергетики, промышленности строительных материалов и многих других отраслей народного хозяйства.

Тормозом для решения вопроса контроля гранулометрического состава в процессе измельчения (в потоке) является отсутствие датчиков, которые позволяли бы получать информацию об изменении гранулометрического состава с наименьшим запаздыванием. А это в свою очередь не позволяет создавать системы автоматического контроля, регулирования и управления процессом измельчения.

Настоящая работа посвящена исследованию поглощающей способности продуктами измельчения ионизирующего излучения с целью изучения возможности использования метода, основанного на ослаблении потока ионизирующего излучения, для контроля гранулометрического состава в потоке.

Основными задачами рассматриваемой работы являются:

1. Анализ состояния контроля гранулометрического состава сыпучих материалов с позиций существующих методов контроля.
2. Характеристика сыпучего материала и установление связи между основными параметрами сыпучего материала.

3. Теоретическая оценка контроля гранулометрического состава продуктов измельчения по ослаблению потока ионизирующего излучения.

4. Экспериментальное исследование влияния гранулометрического состава и общего извлечения продуктов размола зерна на их поглощающую способность ионизирующего излучения.

5. Выводы и предложения по возможности использования метода, основанного на ослаблении энергии ионизирующего излучения, для создания датчиков контроля гранулометрического состава продуктов измельчения зерна в потоке.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов и предложений, библиографического списка и приложения.

В первой главе производится анализ существующих методов контроля гранулометрического состава, которые можно разделить на две группы:

- методы, дающие информацию о массе частиц сыпучего материала и
- методы, дающие информацию о каждой частице сыпучей среды.

К первой группе относятся методы ситового и седиментационного анализа, которые позволяют производить разделение массы сыпучего материала на фракции, а также емкостной, ультразвуковой и радиоактивный, основанные на ослаблении энергии излучения.

Ко второй группе относятся микроскопический, метод сканирования, кондуктометрический, метод оптического преобразования и электростатический метод.

Выбор того или иного метода контроля гранулометрического состава зависит от конкретно поставленной задачи. При решении задачи контроля крупности измельченных материалов в потоке получение информации о каждой частице требует значительного времени, и не позволяет осуществлять контроль крупности большой массы измельченного материала.

Поэтому методы, дающие информацию о каждой частице пригодны при периодическом контроле, т.е. при отборе пробы из массы сыпучего материала. Для осуществления непрерывного контроля в процессе измельчения целесообразнее пользоваться методами, дающими информацию о массе частиц сыпучего материала, и по средней величине размеров частиц контролируемого продукта судить об изменении гранулометрического состава.

Далее рассматривается состояние контроля измельчения зерновых продуктов в мукомольной промышленности. Контроль гранулометрического состава в мукомольной промышленности производится по общему извлечению. Рассматриваются косвенные и прямые методы контроля извлечения. Вопросы контроля извлечения посвящено значительное количество работ. Следует отметить работы А.Р.Демидова, Е.И. Мамбиша, Е.Н.Каплиной, Я.Л.Портнова, Одесского технологического института и др., однако решение этого вопроса нельзя считать завершенным.

В связи с этим в настоящей работе сделана попытка исследовать возможность использования метода, основанного на ослаблении потока ионизирующего излучения при прохождении его через сыпучий материал, для контроля гранулометрического состава продуктов размола зерна, с целью создания датчиков контроля крупности измельченных материалов в потоке.

Во второй главе рассматриваются основные параметры сыпучего материала, такие как плотность укладки, гранулометрический состав, влажность и устанавливается связь между ними.

Плотность укладки сыпучего материала является его основным параметром и ^{определяет} представляет собой объемную массу, газопроницаемость, теплопроводность, звукопроводность и т.д. Величина плотности укладки характеризуется различными коэффициентами, между которыми существует определенная связь. Так, в механике грунтов это коэффициент порозности „К“, в теории фильтрации коэффициент пористости „m“, а

для характеристики плотности сыпучих материалов — коэффициент укладки ϵ . Исследованию плотности укладки посвящено значительное количество работ. Так, П.Н. ПЛАТОНОВЫМ установлено, что для сыпучего материала, состоящего из стальных шаров одного размера, коэффициент плотности укладки колеблется от $\epsilon_{\min} = 0,524$ до $\epsilon_{\max} = 0,742$. Опыты, проведенные с сыпучим материалом, состоящим из сферических частиц двух и более размеров (Г.И. Аксёнов, В.М. Белоусов) показали, что плотность укладки увеличивается с увеличением количества фракций, при условии размещения частиц меньших размеров в свободном пространстве между более крупными в строго определенном количественном соотношении этих частиц. Например, при соблюдении этих условий теоретическая плотность укладки сыпучего материала, состоящего из частиц двух размеров составляет 86%, из трех размерных фракций 90–92%, а из четырех 95–97% плотности вещества.

Гранулометрический состав является параметром, который в значительной степени определяет физико-механические свойства сыпучего материала. Обычно величину отдельного куска или частицы определяют их диаметром. Средняя крупность различных по крупности частиц определяют величиной их среднего диаметра, который очень часто применяется для характеристики гранулометрического состава.

Величина среднего диаметра смеси частиц исчисляется по величине диаметра отдельных индивидуальных частиц. Если частица имеет правильную шарообразную форму, то за диаметр частицы принимают диаметр шара. Если же частица имеет форму куба, то за диаметр можно принять ребро куба, диагональ грани, диагональ самого куба.

В практике же дело приходится иметь с сыпучими материалами, состоящими из частиц в большинстве случаев неправильной формы. Поэтому при определении диаметра, частица неправильной формы заменяется частицей правильной формы — кубической или сферической. При этом за диаметр частицы можно принять диаметр сферической или кубической частицы, эквивалентной по объему, по поверхности, по удельной

поверхности, по скорости падения в воде или воздухе При оценке размеров отдельных частиц различают линейные, поверхностные, объемные и весовые размеры. Средние диаметры массы частиц сыпучего материала оцениваются преимущественно по формулам статистических средних.

Существенное влияние на физико-механические свойства сыпучего материала оказывает влажность исходного продукта. По характеру распределения влага представляется в следующих видах: гигроскопическая, пленочная, капиллярная и свободная или гравитационная, находящаяся в промежутках между частицами и не подвергающаяся действию молекулярных сил притяжения к поверхности частиц. Особое влияние на сыпучий материал оказывает пленочная и гравитационная влага. На поверхности частиц влага образует пленку, которая при определенной толщине в результате сил смачивания стремится удержаться находящиеся рядом частицы в слипшемся состоянии, препятствуя этим движению частиц относительно друг друга. Для массы частиц это обуславливает образование разрыхленной структуры и уменьшает плотность укладки частиц.

По мере увеличения влажности толщина пленки увеличивается. При достижении такой толщины, когда вода уже не удерживается молекулярными силами сцепления, начинается уплотнение материала. Эта излишняя влага увеличивает подвижность частиц и способствует еще более плотной укладке. Уплотнение происходит до тех пор, пока не произойдет вытеснение всего воздуха из промежутков между частицами.

Далее в этой главе рассматривается влияние гранулометрического состава продуктов размола зерна на объемную массу (плотность укладки) этих продуктов и устанавливается связь между ними. Коэффициент корреляции равен $r = 0,97$. Характеристикой гранулометрического состава служил средне-взвешенный диаметр частиц смеси всех фракций продукта " $\bar{d}_{\text{св}}$ ", который находился из следующего выражения:

$$\bar{d}_{\text{св}} = \frac{\sum \bar{d}_i p_i}{\sum p_i} \quad (1)$$

где \bar{d}_i - среднеарифметический диаметр частиц i - фракция;
 P_i - весовая доля частиц i - фракции.

При определении объемной массы продуктов размола зерна создались идентичные условия для всех смесей продуктов. Были определены объемная масса исходного продукта - зерна и продуктов его размола, полученных с первых трех дражных систем при следующих межвальцовых зазорах:

I дражная система - 1,4 1,35 1,3 1,25 1,2 1,15 1,1 1,05
 1,0 мм.

II дражная система - 0,9 0,85 0,8 0,75 0,7 0,65 0,6 0,55
 0,5 мм.

III дражная система - 0,4 0,35 0,3 0,25 0,2 0,15 0,1 мм.

Полученная зависимость объемной массы (плотности укладки), исходного продукта - зерна и продуктов его размола от средневзвешенного диаметра носит линейный характер и описывается выражением:

$$\varepsilon = \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{1}{\rho_0} [\rho_3 - f(\bar{d}_3 - \bar{d}_{cb})] \quad (2)$$

где ε - плотность укладки;

ρ - объемная масса продуктов размола;

ρ_3 - объемная масса зерна до измельчения;

ρ_0 - плотность зерна;

f - коэффициент, связывающий объемную массу продуктов размола зерна с их средневзвешенным диаметром и зависящий от объемной массы зерна, средневзвешенного диаметра частиц зерна, влажности, $f = 1.01 \text{ г/см}^4$;

\bar{d}_3 - средневзвешенный диаметр частиц зерна;

\bar{d}_{cb} - средневзвешенный диаметр частиц продуктов размола.

Следует отметить, что в мукомольной промышленности контроль процесса измельчения зерна производят по общему извлечению. Общее извлечение находится при помощи ситового анализа и определяется как сход сита, характерного для данной системы размола.

В работе экспериментальным путем установлена связь между объемной массой (плотностью укладки) продуктов раз-

мола зерна и общим извлечением. Исследования показали, что зависимость объемной массы (плотности укладки) продуктов размола зерна от общего извлечения является показательной функцией и может быть описана следующим выражением:

$$\varepsilon = \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{1}{\rho_0} \rho_3 \exp(-nI) \quad (3)$$

где I - общее извлечение;

n - коэффициент объемной массы, который показывает на сколько изменяется плотность укладки при изменении извлечения на один процент (для I дражной системы $n = 0,034$).

Полученные зависимости объемной массы продуктов размола зерна от средневзвешенного диаметра частиц смеси фракций продукта и общего извлечения позволяют по изменению объемной массы судить об изменении средневзвешенного диаметра частиц или общего извлечения. Изменение объемной массы в потоке можно осуществлять бесконтактным методом по ослаблению ионизирующего излучения при прохождении его через слой контролируемого продукта.

В третьей главе дается теоретическая оценка контроля средневзвешенного диаметра частиц и общего извлечения по ослаблению потока ионизирующего излучения. Рассматривается прохождение излучения через сыпучую среду. Считается, что сыпучая среда состоит из частиц, имеющих форму шара. Рассматривается процесс распространения квантов в сыпучей среде, состоящей из одного ряда и из n рядов шаров. При этом принимаются следующие допущения:

- 1) сыпучее тело состоит из частиц идеальной формы одинакового размера;
- 2) частицы изготовлены из однородного материала;
- 3) укладка частиц однотипная по всей массе сыпучего материала.

Получено выражение для нахождения потока излучения, прошедшего через сыпучую среду, которое имеет вид:

$$N = N_0 \cdot \exp(-\mu \varepsilon h) \cdot B \quad (4)$$

где N_0 - поток излучения до прохождения сыпучей среды;

μ - линейный коэффициент ослабления (см^{-1});

h - толщина слоя сыпучей среды (см);

B - фактор накопления, показывающий, какой вклад в общий поток вносит рассеяное излучение.

2. для узкого пучка излучения

$$N = N_0 \cdot \exp(-\mu \varepsilon h) \quad (5)$$

при $\beta = 1$.

Подставляя в (5) значения плотности укладки из (2) и (3) как функции средневзвешенного диаметра частиц и общего извлечения получаем выражения для нахождения средневзвешенного диаметра частиц и общего извлечения. В общем виде их можно представить следующим образом:

$$\bar{d}_{\text{св}} = C_1 \ln \frac{N_0}{N} + C_2 \quad (6)$$

где C_1 - величина, зависящая от плотности исходного продукта, энергии падающего излучения, эффективного атомного номера материала среды, длины пробега - квантов в сыпучей среде;

C_2 - величина, зависящая от средневзвешенного диаметра и объемной массы исходного продукта.

Для общего извлечения

$$I = C_3 \ln \frac{C_4}{\ln \frac{N_0}{N}} \quad (7)$$

где C_3 - величина, обратная коэффициенту объемной массы;

C_4 - величина, зависящая от объемной массы исходного материала, плотности сыпучего материала, линейного коэффициента поглощения и размеров объема.

Глава четвертая посвящена экспериментальному исследованию влияния гранулометрического состава и общего извлечения продуктов размола зерна на их поглощающую способность к ионизирующему излучению.

Необходимым условием для решения поставленной задачи является выбор источника излучения и детектора, которые позволяли бы с максимальной чувствительностью, при использовании промышленной аппаратуры производить измерения плотности укладки.

При выборе источника ионизирующего излучения исходили из необходимых требований, которым он должен удовлетворять:

1) достаточная проникающая способность, которая определяется энергией излучения;

2) большой период полураспада;

3) высокая удельная активность препарата, содержащего нужный радиоактивный изотоп.

Обычно радиоизотопные приборы реализуются по схеме, состоящей из следующих звеньев: звено 1, в котором свойство измеряемой среды преобразуется в интенсивность либо поток излучения, во втором звене изменение интенсивности или потока преобразуется в электрический сигнал, в III звене происходит преобразование электрического сигнала в выходной параметр.

Для выбора источника излучения было рассмотрено влияние энергии излучения и толщины слоя контролируемой среды на чувствительность первого звена, которая определялась как отношение приращения потока излучения на входе во второе звено (ΔN) к приращению измеряемого параметра ($\Delta \bar{d}$)

$$K_I = \frac{N_0 \cdot \exp[-\mu_m h (\rho_s - f \bar{d}_s)] [\exp(-\mu_m h f \bar{d}'_{\text{св}}) - \exp(-\mu_m h f \bar{d}''_{\text{св}})]}{\bar{d}'_{\text{св}} - \bar{d}''_{\text{св}}} \quad (8)$$

где μ_m - массовый коэффициент поглощения;

$\bar{d}'_{\text{св}}, \bar{d}''_{\text{св}}$ - предельные значения средневзвешенного диаметра частиц контролируемой среды в диапазоне прибора.

Для продуктов размола зерна наибольшей чувствительностью 1 звено обладает при использовании излучения малой энергии. Исходя из условия получения датчика контроля гранулометрического состава небольших размеров можно рекомендовать толщину поглотителя для промежуточных продуктов размола зерна порядка 100 мм. При такой толщине максимальная чувствительность 1 звена прибора будет при энергиях излучения порядка 50-300 килоэлектронвольт.

При выборе детектора излучения исходили из максимально возможной эффективности регистрации рентгеновского излучения с данной энергией. Максимальной эффективностью при регистрации рентгеновского излучения ~~такой энергии~~ обладают сцинтилляционные счетчики с кристаллом натрия иод, активированным талием ($\text{NaI}(\text{Tl})$). Эффективность такого счетчика при регистрации излучения с энергией порядка 300 кэв. около 70%.

Далее в этой главе представлены опыты по определению влияния средневзвешенного диаметра и общего извлечения продуктов размола зерна на их поглощающую способность к ионизирующему излучению.

Следует отметить, что как в статике, так и в динамике поглощающая способность продуктов размола уменьшается с уменьшением средневзвешанного диаметра частиц. Это вызвано тем, что с уменьшением средневзвешанного диаметра частиц происходит уменьшение плотности укладки продуктов размола, и, следовательно, вероятность поглощения квантов излучения будет уменьшаться.

При уменьшении общего извлечения поглощающая способность продуктов размола зерна увеличивается. Увеличение поглощающей способности объясняется тем, что с уменьшением общего извлечения увеличивается средневзвешанный диаметр частиц, а следовательно, и плотность укладки продуктов размола зерна. При определении влияния влажности на поглощающую способность продуктов размола зерна исходили из того, что по правилам ведения технологического процесса на мельницах, влажность зерна, поступающего на помол, должна находиться в пределах 14-16%. Как показали исследования, изменение влажности в заданном диапазоне не оказывает существенного влияния на поглощающую способность продуктами размола зерна ионизирующего излучения.

Изменение скорости движения продуктов размола в сторону увеличения несколько снижает поглощающую способность продуктов размола. Однако, следует заметить, что путем стабилизации скорости движения продуктов размола можно избавиться от этого влияния на поглощающую способность.

З а к л ю ч е н и е

В результате исследований, проведенных в реферированной работе, можно сделать следующие основные выводы и дать техническое задание на проектирование опытного образца прибора контроля гранулометрического состава продуктов размола зерна в потоке:

1. Оценка существующих методов контроля гранулометрического состава сыпучих материалов показывает, что к настоящему времени еще не решен вопрос экспрессного контроля крупности сыпучих материалов в потоке. Существующие датчики контроля гранулометрического состава предназначены либо для тонкодисперсных сыпучих материалов, либо для крупнокусковых, а для материалов с размерами частиц в диапазоне 500-1500 микрон существующие схемы очень громоздки и приводят к большому запаздыванию выхода информации об изменении гранулометрического состава.

2. Установлена зависимость объемной массы продуктов размола зерна от их гранулометрического состава. В качестве оценки гранулометрического состава можно использовать средневзвешанный диаметр частиц смеси продуктов размола. Оценка гранулометрического состава по средневзвешанному диаметру частиц позволяет осуществлять контроль за крупностью продуктов размола в потоке. Зависимость объемной массы продуктов размола зерна от их гранулометрического состава носит линейный характер. При увеличении средневзвешанного диаметра частиц возрастает объемная масса, т.е. оценку средневзвешанного диаметра частиц продуктов размола зерна можно производить по изменению объемной массы.

3. Установлена зависимость объемной массы от общего извлечения для продуктов размола зерна. С увеличением общего извлечения объемная масса продуктов размола уменьшается, что создает возможность производить оценку общего извлечения по изменению объемной массы.

4. Рассмотрен процесс прохождения ионизирующего излучения через сыпучую среду и установлено, что существенное влияние на ослабление потока излучения оказывает плотность укладки сыпучего материала. Полученные зависимости показывают, что контроль за процессом измельчения зерна можно осуществлять по ослаблению ионизирующего излучения.

5. Экспериментальные данные подтвердили возможность осуществления контроля гранулометрического состава продуктов размола зерна по ослаблению потока ионизирующе-

го излучения. Контроль можно осуществлять как в статике, путем отбора пробы, так и в динамике по изменению поглощающей способности продуктами размола ионизирующего излучения.

Как показали исследования, изменение влажности зерна в диапазоне 14-16%, что соответствует правилам ведения технологического процесса на мельницах, не оказывает существенного влияния на поглощающую способность продуктов размола.

Изменение скорости движения продукта размола зерна приводит к некоторому изменению поглощающей способности, однако от этого влияния можно избавиться путем стабилизации скорости движения продуктов.

В результате полученных данных разработано техническое задание на проектирование опытного образца прибора контроля гранулометрического состава продуктов размола зерна в потоке.

В основу принципа действия прибора положено измерение радиоизотопным методом среднезвешанного диаметра частиц продуктов размола зерна во время их движения.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Ю.А.Морозов, Н.К.Наремский, П.Н.Платонов. Исследование отраженного γ -излучения от сыпучих сред с целью разработки датчиков для определения отдельных параметров среды. Тезисы докладов XXVIII научной конференции ОТИЛ, Одесса, 1966.

2. Ю.А.Морозов, Н.К.Наремский. К вопросу анализа крупности продуктов размола на разных системах радиоактивным методом. Тезисы докладов XXI научной конференции ОТИЛ, Одесса, 1967.

3. Ю.А.Морозов, Н.К.Наремский. Исследование гранулометрического состава полидисперсных сред по поглощению тормозного излучения. Материалы всесоюзной межвузовской

конференции по процессам в дисперсных сквозных потоках. Одесса, 1967.

4. Н.К.Наремский, Б.С.Кобяков, А.А.Лукин, Ю.А.Морозов. К анализу физико-механических свойств сыпучих сред радиоактивным методом. Материалы всесоюзной межвузовской конференции по процессам в дисперсных сквозных потоках. Одесса, 1967.

5. Н.К.Наремский, Ю.А.Морозов. Объемная гранулометрия сыпучих сред в потоке. ЦИНТИ, Хранение и переработка зерна, № 10, 1968.

6. Ю.А.Морозов, Н.К.Наремский. К вопросу контроля измельчения на вальцовых станках. Тезисы докладов научно-технического совещания „Пути повышения развития конструкций измельчающих машин в целях интенсификации процессов измельчения в пищевой промышленности“, ЦИНТИ, ГОСкомзаг, Москва, 1968.

7. Н.К.Наремский, Ю.А.Морозов. Анализ гранулометрического состава продуктов размола в потоке радиоактивным методом. Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции „Применение радиоактивных изотопов и ядерных излучений в промышленности“, Харьков, 1969.

8. Ю.А.Морозов, Н.К.Наремский. Контроль дисперсного состава сыпучих материалов в потоке. Тезисы докладов XXX научной конференции ОТИЛ, Одесса, 1969.

9. Н.К.Наремский, Ю.А.Морозов. Исследование возможности контроля гранулометрического состава сыпучих материалов в потоке бесконтактным методом с целью создания датчика для системы контроля и автоматического регулирования процесса измельчения. Труды семинара „Кибернетика и автоматическое управление (одесское отделение)“ вып.2, 1968, Киев, 1969.

Результаты работы докладывались:

1. На XXVIII, XXI, XXX научных конференциях ОТИЛ, Одесса, 1966, 1967, 1969 гг.

2. На всесоюзной межвузовской конференции по процессам в дисперсных сквозных потоках, Одесса, 1967.
3. На научно-техническом совещании „Пути повышения развития конструкций измельчающих машин в целях интенсификации процессов измельчения в пищевой промышленности“, Москва, 1968.
4. На республиканской научно-технической конференции по применению радиоактивных изотопов и ядерных излучений в промышленности“, Харьков, 1969.



БР 03097 Подписано к печати 15/1-1970г. Объем 1 печ. л.
Уч.-изд.л. 1,1 Заказ № 13 Тираж 180 экз. 1970 год

Лаборатория фотомеханической печати ОТИ
имени М.В.Ломоносова, г.Одесса, ул.Свердлова, 112