

6
А-11

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР
Краснодарский политехнический институт

На правах рукописи

Инженер М. И. ИЛЬИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОГО ЦЕНТРИФУГИ-
РОВАНИЯ САХАРНЫХ УТФЕЛЕЙ В ЦЕНТРИФУГЕ
С ИНЕРЦИОННОЙ ВЫГРУЗКОЙ ОСАДКА

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель —
кандидат технических наук,
доцент П. М. ЯКОВЛЕВ

КРАСНОДАР — 1964

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР
Краснодарский политехнический институт

На правах рукописи

Инженер М. И. ИЛЬИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОГО
ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ САХАРНЫХ УТФЕЛЕЙ
В ЦЕНТРИФУГЕ С ИНЕРЦИОННОЙ ВЫГРУЗКОЙ
ОСАДКА

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель —
кандидат технических наук,
доцент П. М. ЯКОВЛЕВ

КРАСНОДАР — 1964

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Решения XXII съезда КПСС мобилизовали силы и творческую активность трудящихся масс на выполнение задачи построения коммунистического общества в нашей стране. Успешное решение этой исторической задачи требует постоянного совершенствования технологических процессов; использования достижений науки и техники для создания новейшего оборудования; комплексной механизации и автоматизации производственных процессов. Одна из задач в этом направлении заключается в переходе от периодических к непрерывным технологическим процессам при максимально-возможной их интенсификации.

Применение центрифугирования позволяет интенсифицировать процессы разделения неоднородных систем на компоненты в десятки, иногда в сотни и тысячи раз, а в отдельных случаях является единственно возможным способом получения необходимых продуктов.

Широкое применение центрифугирование получило в сахарной промышленности, где весь производимый сахар выделяется из промежуточного продукта — утфеля на центрифугах различных конструкций. Центрифуги в большинстве своем являются машинами периодического действия, которые в последние годы автоматизируются в той или иной степени.

Непрерывнодействующие центрифуги для сахара не получили пока широкого распространения в силу ряда особенностей сахарных утфелей (значительная вязкость, неравномерность кристаллов) высоких требований к товарному виду сахара-песка (блеск кристаллов, целостность их формы), а также особенностей центрифугирования утфелей, таких как скоротечность процесса, отсутствие способов регулирования его длительности, повреждение кристаллов сахара.

Необходимо отметить, что проблема создания центрифуг непрерывного действия для сахарной промышленности имеет свою историю с ярко выраженной ведущей ролью русских и советских инженеров.

Среди многочисленных конструкций, предложенных и испытанных центрифуг, наиболее прогрессивными были: с инерционной выгрузкой — Г. А. Пионтковского и И. С. Щениовского, планетарная — И. Абрамовича, вибрационная — Л. Мандрыко, шнековая — В. И. Соколова и Н. И. Томбаева

и др. Используя идею Г. А. Пионтковского и И. С. Щениовского, фирмы Гейн Леманн и Ко и БМА (ФРГ) после многолетних поисков создали в 50-х годах нашего века работоспособную конструкцию непрерывнодействующей инерционной центрифуги с коническим ротором, которая используется при обработке утфелей низших продуктов. В СССР эксплуатируется более 50 таких машин.

Однако, нельзя считать, что все вопросы, связанные с разработкой конструкции и исследованием процесса в инерционных центрифугах, уже решены.

В современных инерционных центрифугах для сахара роторы выполнены в форме усеченных конусов с прямолинейными образующими. Плавного изменения угла конусности в соответствии с природой обрабатываемого продукта нет. Такая форма объясняется трудностью изготовления ротора с плавноизменяющимся углом конусности. Попытки изготовить ротор с плавноизменяющимся углом конусности известны с конца прошлого столетия (русская привилегия № 483 кл. 82 В 3/20 от 22. 02. 1895 г.) до настоящего времени, (западно-германский патент В. Кетера и В. Хабориха от 1960 г.). Сведений о реализации таких патентов пока не имеется.

Фильтрующая поверхность ротора инерционных центрифуг невелика: для центрифуги К-750 она составляет 0,51 м², для центрифуги К-1000 — 1,27 м², что ограничивает возможности увеличения производительности таких машин.

Тема настоящей диссертационной работы — исследование возможности применения в инерционных центрифугах роторов с криволинейными фильтрующими поверхностями, выполненными с учетом изменения свойств продуктов на пути их движения, поиски конструкции ротора, которая имела бы сильно развитую фильтрующую поверхность, исследование отдельных вопросов кинетики процесса в инерционных центрифугах, а также исследование некоторых физико-механических свойств продуктов, в частности коэффициента трения при движении продуктов по фильтрующей поверхности.

Диссертационная работа изложена на 247 страницах машинописного текста с приложением графиков, чертежей, схем, фотографий. В тексте содержится 22 таблицы. В списке использованной литературы представлено 129 работ советских и иностранных авторов.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕДЛАГАЕМОЙ НЕПРЕРЫВНОДЕЙСТВУЮЩЕЙ ЦЕНТРИФУГИ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА.

ФОРМА РОТОРА

Конический ротор, применяемый в настоящее время, имеет некоторые достоинства, главным образом, возможность использования центробежной силы для транспортировки про-

дуктов и относительную простоту конструкции, которые обусловили его использование в центрифугах с инерционной выгрузкой осадка. Появление таких центрифуг в сахарной промышленности стало возможным благодаря использованию принципа фуговки в «тонком слое».

По современной технологии процесс фуговки утфелей в коническом роторе инерционной центрифуги идет в слое, толщина которого равна одному или нескольким кристаллам, т. е. она соизмерима с размерами кристаллов сахара.

Применение принципа «тонкого слоя», создав условия для практического использования центрифуг с коническим ротором, вместе с тем предопределило главную возможность увеличения производительности таких центрифуг — именно увеличение фильтрующей поверхности (считаем, что фактор разделения максимальный и технологические возможности увеличения производительности использованы полностью).

Увеличение размеров конических роторов не может дать существенного прироста величины фильтрующей поверхности, так как оно ограничено устойчивостью ротора и механической прочностью применяемых материалов. К недостаткам конического ротора следует отнести также сложность изготовления конического ротора с криволинейной образующей, форма которой учитывала бы природу и характер изменения свойств продуктов на пути движения. Полная (гауссова) кривизна в нормальном сечении такого ротора будет:

$$K = K_1 \cdot K_2,$$

где $K_1 = \frac{1}{R_1}$ — кривизна по главному радиусу кривизны R_1 ,

$K_2 = \frac{1}{R_2}$ — " " " " " " R_2 ,

т. е. получается тело вращения, образованное поверхностью двойной кривизны. Такая поверхность не разворачивается на плоскость.

Отмеченные недостатки конического ротора и особенности процесса фуговки с использованием принципа тонкого слоя создают предпосылки для поиска новых форм ротора, которые устраняли бы в известной мере недостатки конического ротора, сохраняя при этом возможность фуговки в тонком слое.

Коническая форма ротора не единственная, которая позволяет использовать центробежную силу для транспортировки материала. В общем случае на любом участке какой-либо поверхности, помещенной в поле центробежных сил, можно получить любую траекторию движения материала путем соответствующего наклона поверхности к линии действия цент-

робежной силы, если известна величина и характер изменения коэффициента трения f на пути движения.

На рис. 1 показан случай, когда фильтрующая поверхность $abcd$ (лепесток 2), являющаяся частью поверхности некругового цилиндра, вращается с постоянной угловой скоростью вместе с диском 1, центр которого O совпадает с осью вращения $I-I$, причем ось цилиндра параллельна оси

$I-I$. Кривизна такой поверхности в точке M равна $K = \frac{1}{R}$

где R — радиус кривизны, проведенный из мгновенного центра кривизны O_1 .

Из сказанного видно, что поверхность $abcd$ является поверхностью одинарной (нулевой) кривизны. Ротор центрифуги получается, если установить на диске 1 n -лепестков 2 и взять m — таких дисков.

Продукты по лепестку движутся под действием тангенциальной составляющей центробежной силы F_{τ} . На пути движения происходит отделение оттока от кристаллической массы.

Выполненные расчеты дают возможность судить о теоретической величине площади S_{τ} фильтрующей поверхности ротора.

$$S_{\tau} = S_1 \cdot n \cdot m \quad (\text{м}^2),$$

где S_1 — площадь фильтрующей поверхности одного лепестка;

n и m — по предыдущему.

При диаметре ротора $D=1000$ мм, $n=42$, $m=5$ и $S_1=0,14$ м² фильтрующая поверхность достигает величины $S_{\tau}=29,4$ м², что в 23 раза больше, чем у центрифуги К-1000, и в 57 раз, чем у центрифуги К-750.

Практически на основе проведенных экспериментов можно говорить о величине фильтрующей поверхности лепесткового ротора порядка $S=3,5-4,0$ м, $D=1000$ мм, $m=1$, $n=28$, $S_1=0,14$ м² для опытного промышленного образца такой центрифуги, что также превышает величины S для центрифуги К-750 в 8 раз, К-1000 в 3 раза.

Величина S может быть увеличена после накопления некоторого опыта эксплуатации таких центрифуг до S_{τ} , что приведет к соответствующему увеличению производительности.

Рассмотренные особенности лепесткового ротора позволяют сделать вывод о том, что такая конструкция заслуживает внимания как с теоретической стороны, так и со стороны экспериментальной проверки сделанных теоретических выводов.

Одной из основных задач в построении лепесткового ротора является отыскание формы кривой фильтрующей по-

верхности лепестка. Чтобы судить о возможной форме такой кривой, была рассмотрена физическая картина процесса. Оказалось возможным разбить лепесток на три характерные зоны: I — зона выделения (зона А), где из поступившего на лепесток утфеля выделяются кристаллы сахара и отходит большая часть патоки. II — зона очистки (зона В), где с помощью промывной жидкости или пара с кристаллов удаляются остатки патоки, удерживаемой капиллярными и молекулярными силами. III — зона сушки (зона С), где происходит процесс испарения оставшейся капиллярной и молекулярной влаги за счет циркуляции воздуха в образовавшейся трехфазной системе.

Движение слоя сахара в зоне С должно происходить под напором сдвигающих сил от слоя сахара в зоне А и В. При нарушении этого условия возможен срыв слоя сахара из зоны С и нарушение неразрывности потока продуктов.

Если обозначить силы сопротивления движению — силы трения по зонам соответственно:

T_A — суммарная сила трения в зоне А

T_B — " " " " В

T_C — " " " " С,

а касательные составляющие центробежной силы — движущие силы:

$F_{\tau A}$ — суммарная движущая сила в зоне А

$F_{\tau B}$ — " " " " В

$F_{\tau C}$ — " " " " С,

то необходимым условием движения потока материала при сохранении его неразрывности будут соотношения:

$$F_{\tau A} \geq T_A$$

$$F_{\tau B} \geq T_B$$

$$F_{\tau C} \geq T_C$$

Эти неравенства могут быть весьма слабыми, в предельном случае можно допустить равенство указанных сил, однако, практически выдержать такое равенство почти невозможно, так как различна природа обрабатываемых продуктов, различна степень изменения их свойств на пути движения по лепестку от зоны А до С.

Следует, однако, иметь в виду, что желание получить равномерность потока заставляет добиваться практически возможной слабости указанных неравенств.

Природа и величина сил трения T_A , T_B и T_C определяет характер движения продуктов по лепестку. Поскольку патока течет не только через фильтрующую поверхность, но и по

ней, силы трения можно было бы рассматривать как результат жидкостного трения, когда жидкие пленки имеют толщину 0,1 мк и более (так как в пленках такой и большей толщины проявляются объемные свойства жидкости).

Однако такое допущение, справедливое для сплошных гладких поверхностей, не учитывает влияния отверстий в фильтрующей поверхности, по которой движутся продукты.

Наличие отверстий усложняет физическую картину процесса трения. В местах контакта кристаллов с краями отверстий возможно значительное уменьшение толщины жидкостной пленки и переход жидкостного трения в граничное, что приведет к росту силы трения, которую и следует рассматривать как результат суммарного действия сил жидкостного и граничного трения.

СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ И ГЕОМЕТРИЯ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕПЕСТКА

В соответствии с рассмотренной выше физической картиной процесса был определен способ построения и геометрия фильтрующей поверхности лепестка.

Было рассмотрено движение материала по фильтрующей поверхности лепестка при условии, что сила трения T является функцией изменения коэффициента трения f на пути движения материала (рис. 1). При рассмотрении сделаны следующие упрощения:

1. Рассматривалось движение не всего потока, а одной его частицы M , двигающейся по траектории AB , эквидистантной поверхности плоского диска 1.

2. Движение частицы по фильтрующей поверхности происходит с постоянной скоростью V . Скорость движения определяется временем, необходимым для проведения процесса центрифугирования.

На точку M при ее движении по лепестку (рис. 1) действуют центробежная сила F , нормальная реакция N , сила трения T , кориолисова сила C_k , центробежная сила C_n , действующая на точку M при ее движении с постоянной скоростью V по криволинейной траектории AB с радиусом кривизны R и центром кривизны O_1 . Силой тяжести пренебрегаем. Оси τ и ρ — естественные оси для точки M .

Необходимо найти траекторию движения частицы, если f изменяется по пути движения от A до B в пределах от f_0 до f , т. е. является некоторой функцией угла φ .

$$f = f(\varphi).$$

В соответствии с принципом Даламбера для сил, действующих на точку, можно записать:

$$\sum F_i = 0.$$

Для рассматриваемого случая:

$$\vec{F} + \vec{T} + \vec{N} + \vec{C}_k + \vec{C}_n = 0;$$

конкретно: $F = m \rho \omega^2$ $N = F \cdot \cos \alpha;$

$$T = F \cdot \sin \alpha; \quad C_k = 2 m \omega v \sin(\omega v) = 2 m \omega v;$$

$$C_n = \frac{mv^2}{2},$$

где m — масса точки M ;

ρ — радиус вектор;

α — угол между линией действия F и нормалью в точке M .

После соответствующих преобразований была получена формула:

$$\rho = \rho_0 e^{\int \operatorname{tg} \alpha d\varphi} \quad (50)^*$$

Оценка сил C_k и C_n для конкретных условий работы дала следующие результаты: $C_k \leq 0,4\%$ от F , $C_n \leq 0,002\%$ от F . Пренебрегая силами C_k и C_n , а также силой веса вследствие их относительной малости, получим $\operatorname{tg} \alpha = f$, т. е. α — является углом трения.

$$\rho = \rho_0 e^{\int f d\varphi} \quad (52)$$

Формула (52) позволяет найти траекторию движения точки M , следовательно, форму лепестка при любых заранее заданных значениях $f = f(\varphi)$, она является по сути дела уравнением кривой фильтрующей поверхности лепестка. Поскольку можно задать любую зависимость $f = f(\varphi)$, возможны многочисленные частные случаи применения формулы (52). Нами получены наиболее благоприятные результаты опытных фуговок на лепестках, построенных при $f = f_0 + \delta \varphi$ (68), где f_0 — начальное значение коэффициента трения при $\varphi = 0$; δ — некоторый постоянный градиент изменения f на пути движения.

Зависимость (68) позволяет учесть возрастание f на пути движения от утфеля до сахара.

Окончательно для вычисления ρ получена формула:

$$\rho = \rho_0 e^{f_0 \varphi + \frac{\delta \varphi^2}{2}} \quad (69)$$

* Нумерация формул дана по тексту диссертации.

Для « δ » и « φ » получены следующие выражения:

$$\delta = \frac{f^2 - f_0^2}{2 \ln \frac{\rho}{\rho_0}} \quad (87) \quad \varphi = \ln \frac{\rho}{\rho_0} \frac{2}{f - f_0} \quad (88)$$

где f — коэффициент трения на радиусе схода ρ ;
 f_0 — коэффициент трения на радиусе подачи ρ_0 ;

Для быстрого определения δ и φ в зависимости от отношения $\frac{\rho}{\rho_0}$ построены соответствующие графики. Найдены аналитические выражения и графические зависимости для определения длины дуги лепестка.

На основе сделанных теоретических разработок и экспериментального определения f для утфеля и сахара рассчитан профиль лепестка экспериментальной центрифуги.

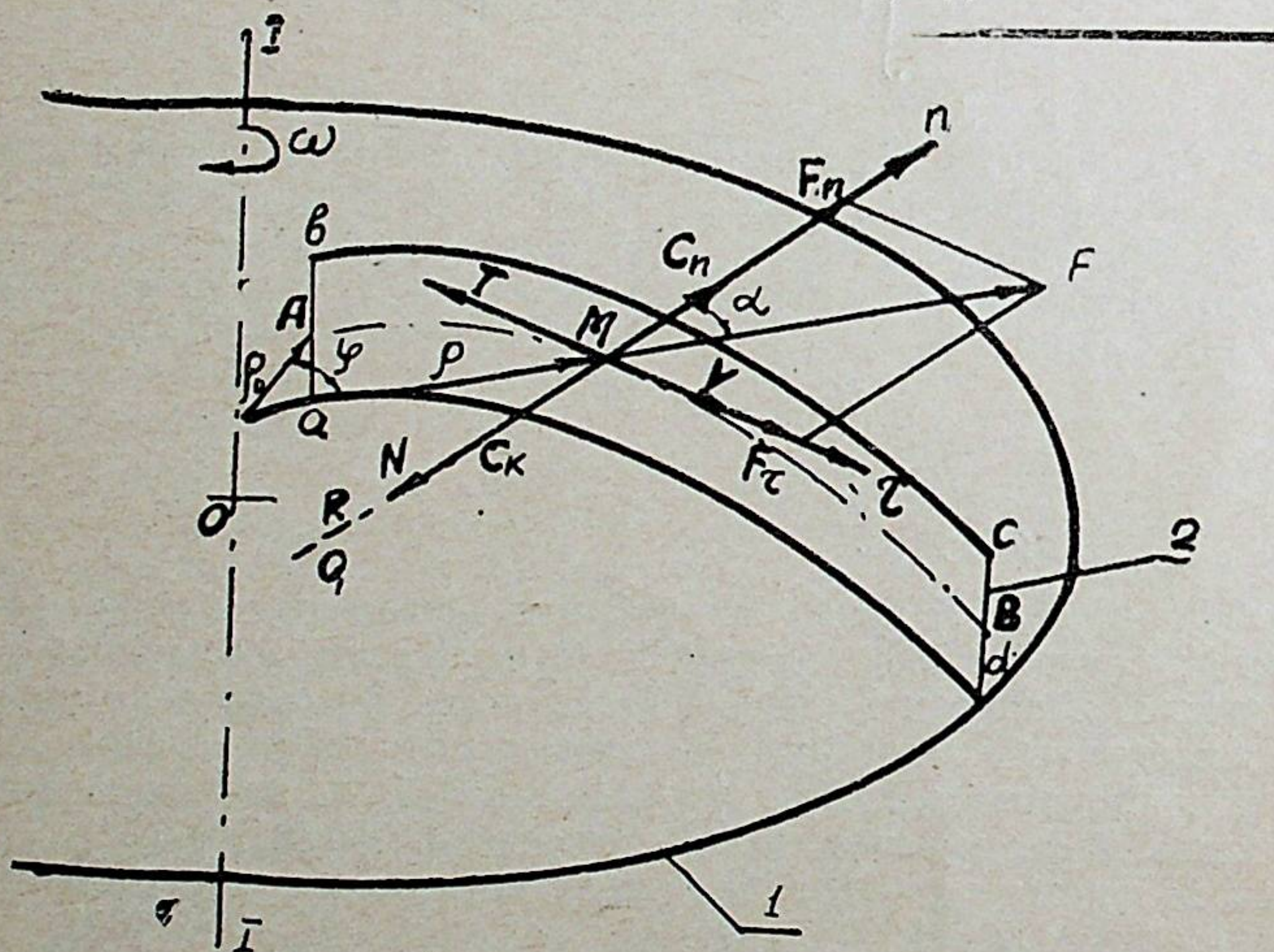


рис 1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ И НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА В ЦЕНТРИФУГЕ С ЛЕПЕСТКОВЫМ РОТОРОМ

Коэффициент трения утфеля и сахара

Из рассмотренного выше характера движения продуктов по лепестку видно, что одним из основных факторов, определяющих профиль лепестка, является коэффициент трения продуктов f при их движении по фильтрующей поверхности.

Определение f произведено экспериментально на специально сконструированной и изготовленной установке.

Найдена зависимость f утфеля от температуры, содержания сухих веществ в патоке, удельной нагрузки, скорости движения, размера кристаллов.

В качестве фильтрующей поверхности, в данном случае поверхности трения, в опытах было использовано сито из никеля с размером отверстий $0,09 \times 1,75$ мм.

По результатам опытов видно, что наибольшее влияние на величину f оказывают СВ патоки и температура, поскольку от этих двух параметров зависит вязкость патоки, играющей роль смазки в ходе эксперимента.

Формула для определения f имеет следующий общий вид:

$$f = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot f_1, \quad (92)$$

где f_1 — коэффициент трения, найденный как некоторая функция от СВ патоки и температуры;

K_1 — коэффициент, учитывающий влияние размера кристаллов;

K_2 — коэффициент, учитывающий влияние скорости движения;

K_3 — коэффициент, учитывающий влияние удельного давления;

K_4 — коэффициент, учитывающий влияние содержания патоки в утфеле;

K_5 — коэффициент, учитывающий влияние поверхности трения.

Проведенные исследования дали возможность судить о величине и характере изменения f в зависимости от различных факторов.

Результаты исследований были использованы при построении профиля лепестка центрифуги.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА В ЦЕНТРИФУГЕ С ЛЕПЕСТКОВЫМ РОТОРОМ

Экспериментальное исследование процесса центрифугирования утфелей было проведено на центрифуге, ротор которой был изготовлен в соответствии с обоснованиями, данными в теоретической части диссертации и результатами экспериментального определения коэффициентов трения утфеля и сахара. В качестве исходных значений f при расчете профиля лепестка было принято $f_0 = 0,41$ — для утфеля, поступающего на лепесток, $f = 0,73$ — для сахара, сходящего с лепестка.

На диске ротора центрифуги было установлено два лепестка с суммарной фильтрующей поверхностью $140,2 \text{ см}^2$, которая представляла собой никелевое сито с размерами отверстий $0,09 \times 1,75$ мм с площадью живого сечения $\approx 9\%$.

Число оборотов ротора плавно регулировалось в диапазоне от 200 до 2000 об/мин, что позволяло работать с максимальным фактором разделения в зоне сушки лепестка до $F_r = 1050$. Количество подаваемого утфеля на лепестки плавно регулировалось с помощью клапана типа ирисовой диафрагмы.

Движение продуктов по лепестку и отделение оттеков было хорошо видно наблюдателю, так как лепесток с движущимися по нему продуктами освещался стробоскопическим источником света — лампой строботометра типа МЭИ-1. Это дало возможность не только наблюдать процесс, но и замерить время пребывания продуктов на лепестке — время фуговки τ — по движению специальных «марок» черного цвета. С помощью стробоскопирования можно было наблюдать также сход кристаллов сахара и выход оттеков из отводящих патрубков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

При проведении опытов была отмечена следующая особенность процесса:

при изменении количества подаваемого на лепесток утфеля (производительность Q г/сек) изменяется время пребывания продуктов на лепестке τ сек. Эта особенность работы центрифуг с инерционной выгрузкой, работающих по принципу «тонкого слоя», отмечена также специалистами фирмы БМА. Однако в имеющейся литературе отражена только качественная сторона вопроса, а именно, то обстоятельство, что между количеством подаваемого в ротор утфеля и временем его пребывания в роторе существует зависимость. Поскольку время пребывания продуктов на лепестке (или в роторе) является основным показателем процесса центрифугирования, мы поставили задачу отыскания количественной зависимости между временем пребывания продуктов на лепестке и производительностью. Отыскание такой зависимости является основной задачей экспериментальной части, так как только зная зависимость $\tau = \varphi(Q)$ можно говорить о возможности управления таким быстротекущим процессом, как центрифугирование в центрифугах с инерционной выгрузкой, и широкое практическое использование промышленностью результатов исследований.

Следует сразу же отметить, что отыскание зависимости $\tau = \varphi(Q)$ имеет целью не только ориентировать оператора на правильное управление процессом при ручном его регулировании, но главным образом знание $\tau = \varphi(Q)$ дает возможность построить в дальнейшем систему автоматического регулирования процессом. В последнем случае особенно важно

иметь конструкцию лепестка (ротора), которая позволяла бы в широких пределах регулировать τ , переходить с одного режима работы на другой без нарушения непрерывности процесса или ухудшения его технологических показателей.

Опыты проводились в лабораторных и производственных условиях на утфелях I и II продукта, полученных при переработке свеклы и сахара-сырца.

В качестве общей характеристики процесса центрифугирования можно отметить следующее. Подача малых порций утфеля (до 2,2 г/сек) не приводила к остановке движения продуктов, а лишь увеличивала время пребывания продуктов на лепестках до 20 сек и более.

Подача «больших» порций утфеля (до 11 г/сек и более) приводила к резкому уменьшению времени пребывания продуктов на лепестках — срыву потока и сходу с лепестков непробеленного сахара и утфеля. В диапазоне от $Q = 10$ г/сек и менее время пребывания достаточно хорошо можно было регулировать вручную путем изменения подачи утфеля.

При этом фуговка утфеля II продукта проходила очень стабильно. Центрифуга, настроенная на одну производительность, работала непрерывно, пока был утфель в миксере, т. е. пока осуществлялась подача его на лепестки, практически в течение 2 — 2,5 часов.

После остановок продолжительностью до 10 минут для II продукта и 4 — 5 минут для I продукта можно было запустить центрифугу, не удаляя с лепестков сахар, оставшийся после предыдущих опытов. Порции свежего утфеля, подаваемого на лепестки, сдвигали (сбрасывали) с лепестков оставшийся сахар, и процесс снова шел устойчиво.

При остановках на время, больше указанного, требовалась дополнительная пропарка лепестков, чтобы облегчить удаление оставшегося сахара и сделать равномерным начало процесса.

При фуговке утфеля I продукта при производительности от 6 г/сек и выше необходимо было тщательно следить за цветностью получаемого сахара, т. к. увеличение производительности до 7,5 — 8 г/сек давало цветность сахара 1,0 и более.

Технологические показатели процесса были найдены как функции от времени пребывания продуктов на лепестке. Так, например, цветность белого сахара была меньше 1,0 при $\tau \geq 7$ сек, что определило верхнюю границу режима оптимальной производительности для утфеля I продукта — $q = 0,050$ — $0,051$ г/см² сек (г на см² фильтрующей поверхности в сек). Нижняя граница режима оптимальной производительности была установлена по Дб белой патоки, которая сохраняла рациональное значение до $\tau = 11$ — 12 сек, что соответствует $q = 0,033$ — $0,036$ г/см² сек.

Границы режима оптимальной производительности для утфеля II продукта были определены значениями Дб сахара и Дб оттока, при этом верхняя граница соответствует $q=0,061-0,064$ г/см² сек, нижняя $q=0,039-0,046$ г/см² сек.

К числу особенностей процесса центрифугирования в «тонком слое» следует отнести получение сахара пониженной влажности. Влажность сахара при фуговке утфеля I продукта была 0,18—0,35%, в отдельных опытах до 0,12%.

При проведении опытов было установлено, что кристаллы белого сахара повреждаются после схода с лепестков при ударе о стенки приемников для сахара. Применение специальной крышки центрифуги с плавным радиусом перехода периферийной части не смогло полностью исключить повреждение кристаллов белого сахара. Наибольшему повреждению подвергаются кристаллы более крупных фракций 0,75—1,0 мм. Для исключения повреждения кристаллов, приемникам для сахара следует придать форму, обеспечивающую их безударный прием, например, запатентованную В. Кетером (патент ФРГ № 1072925 от 30.06.1960 г.).

Главным итогом проведенного экспериментального исследования является практическое подтверждение теоретических выводов о возможности центрифугирования сахарных утфелей на центрифуге с лепестковым ротором. Принципы построения криволинейной фильтрующей поверхности оказались правильными, их можно использовать для построения профилей лепестков для других материалов, свойства которых, в частности пределы изменения коэффициента трения для пары центрифугируемый материал — фильтрующая поверхность, будут изучены заранее. На основании проведенных опытов были дополнены сделанные в теоретической части выводы и уточнены особенности физической картины процесса, в частности рассмотрены возможности регулирования процесса, даны математические выражения для зависимости τ от Q в диапазоне оптимальной производительности.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при расчете и проектировании центрифуг с инерционной выгрузкой осадка.

В проектировании и разработке конструкции центрифуг можно наметить два основных направления:

1. Разработка конструкции серии центрифуг с инерционной выгрузкой осадка нескольких типоразмеров, охватывающих потребности ведущих отраслей промышленности, в которых широко применяется центрифугирование таких, как

химическая, угольная, горнорудная (обогажительные фабрики), сахарная.

2. Модернизация существующего парка периодически действующих центрифуг путем замены типового ротора на лепестковый, переделки приемников для оттока и осадка, при сохранении существующего привода, либо с заменой применяемых сейчас дорогостоящих многоскоростных электродвигателей на односкоростные асинхронные, нормального исполнения. Важность второго направления становится очевидной если учесть, что в настоящее время только в сахарной промышленности эксплуатируется более 2000 центрифуг периодического действия.

В диссертации дано эскизное решение центрифуги, отражающей второе направление, выполнен расчет лепесткового ротора для переоборудования центрифуги ПН-1000 в непрерывнодействующую в 2-х вариантах:

- а) с использованием существующего привода,
- б) с применением привода от асинхронного двигателя нормального исполнения большей мощности.

Выполнен энергетический расчет для обоих вариантов. При этом производительность по утфелю в первом варианте получилась равной 3,6 т/час, во втором варианте—8,5 т/час, что значительно превышает производительность существующего оборудования.

Замена периодически действующих центрифуг центрифугами непрерывного действия большей производительности позволит получить экономический эффект за счет:

- а) уменьшения количества обслуживающего персонала;
- б) снижения затрат на ремонт и запасные части в связи с уменьшением количества, установленного оборудования;
- в) экономии производственных площадей.

ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования подтвердили возможность непрерывного центрифугирования сахарных утфелей в центрифугах с лепестковым ротором, с использованием принципа «тонкого слоя».

2. Использование результатов проведенных исследований для фуговки утфелей низших продуктов может быть развито в 2-х направлениях:

- а) изготовление новых центрифуг;
- б) модернизация парка существующих центрифуг.

3. Отечественная и зарубежная сахарная промышленность обладает большим количеством периодически действующих центрифуг для фуговки утфелей низших продуктов, модернизация которых на основе проведенных исследований позво-

лит сделать процесс фуговки таких утфелей непрерывным, что даст значительный экономический эффект. Экономия только по трудовым затратам для одного сахарного завода производительностью 25000 цент. свеклы в сутки составит более 9 тыс. руб. в год.

4. Применение лепесткового ротора для центрифуг с инерционной выгрузкой осадка является одним из основных путей увеличения их производительности.

5. Применение центрифуг с лепестковым ротором для переработки утфеля I продукта не может быть рекомендовано до тех пор, пока не будет найден способ уменьшения или полного исключения повреждения кристаллов белого сахара после схода их с ротора.

6. При проведении исследований обнаружены основные закономерности, предложены формулы и графики, имеющие непосредственное прикладное и теоретическое значение.

*Материалы диссертации
опубликованы в следующих работах:*

1. О коэффициенте трения сахарных утфелей «Известия вузов СССР, Пищевая технология, № 3, 1964 г.», Краснодар.
2. Влажность сахара, получаемого в центрифуге с инерционной выгрузкой. Сборник Тезисы докладов на конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1963 год. Краснодарский политехнический институт, Краснодар, 1964 год.
3. О непрерывном центрифугировании, «Пищевая промышленность», (сахарная и крахмалопаточная), № 7, 1964 г. М.
4. Построение фильтрующих поверхностей роторов центрифуг. «Пищевая промышленность» (сахарная и крахмалопаточная), № 8, 1964 г. М.

245900
**Центральная научная
БИБЛИОТЕКА
Академии наук Киргизской ССР**

Форм. бум.
МА 00606.

П. л. 1.
Заказ № 3392.

Подписано к печати 8. 12. 64.
Тираж 200 экз

Типо-литография управления по печати.
г. Краснодар, ул. Красная, 91.