

Авторефер
в 96

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ВУИОН ВЛАДИМИР ИЛЫЧ *Вуион*

ОЧИСТКА ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
ФИЛЬТРОВАНИЕМ ЧЕРЕЗ НЕТКАННЫЕ ВОЛОКНИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Специальность 05.18.12 -- процессы, машины и агрегаты
пищевой промышленности

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1990

Работа выполнена в Киевском технологическом институте легкой промышленности

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор И.М. Федоткин

Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор Н.В. Остапчук,
кандидат технических наук
Ю.В. Анিকেев

Ведущая организация - НИО "Спектр", г.Киев

Защита состоится "23" ноября 1990 г. в 13⁰⁰ час.
на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при
Одесском технологическом институте пищевой промышленности
им. М.В. Ломоносова, 270039, г.Одесса-39, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского
технологического института пищевой промышленности им.М.В. Ломо-
носова.

Автореферат разослан "23" октября 1990 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат технических наук,
доцент

ОНАХТ 07.07.11
Очистка жиросодержащ



v016737

 Е.Г. Кротов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Охрана окружающей среды является важнейшей проблемой современности после разоружения. Решения Съезда народных депутатов СССР по охране окружающей среды предусматривают не только решить вопросы охраны природы, но и безотходные технологические процессы, которые позволят получить дополнительную продукцию, необходимую для обеспечения населения товарами народного потребления, т.е. решить полностью экологические проблемы.

Очистка жиросодержащих сточных вод пищевых предприятий при своем решении имеет два аспекта: обеспечение нормативных показателей загрязнений в сточных водах с целью возможности возврата их в систему оборотного водоснабжения и утилизацию жиров для использования их в технических целях. Эффективность действующих классических методов очистки /напорная флотация, раскисление, биологические и др./ не превышает 50...60%, что не удовлетворяет требованиям охраны окружающей среды. В связи с этим разработка более эффективных способов и схем очистки сточных вод и создание безотходных технологий является актуальной задачей.

Диссертационная работа выполнялась в соответствии с программой ГНТ СССР 0.85.08, заданием 04.02.Т "Разработать и внедрить в опытно-промышленное производство технологический процесс по очистке промышленных стоков с утилизацией отходов в масложировой промышленности".

Цель и задачи. Целью работы является разработка безреагентного метода очистки жиросодержащих вод фильтрованием через пакеты из базальтовых волокон, обеспечивающих очистку от жира до 85...97% и возможность утилизации улавливаемых жиров.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- определены фильтрационные свойства базальтовых волокон;
- разработаны специальные лабораторно-экспериментальные установки на основе базальтовых волокон, позволяющие установить их фильтрующие возможности;
- определены кинетические закономерности процессов фильтрования через перегородки из базальтовых волокон;
- разработаны математические модели фильтрования с частичным и полным учетом коллективной составляющей потока жидкости;
- разработан алгоритм и методика расчета процесса фильтрования на фильтрах из базальтовых волокон;

V e. 6.016737

- разработана и изготовлена 3-х секционная цилиндрическая установка и проведены ее производственные испытания на Киевском мармариновом заводе;

- разработаны режимы фильтрования и основные конструктивные параметры фильтрующей установки;

- произведен расчет экономической эффективности используемой установки и ожидаемого экологического эффекта.

Научная новизна состоит в обосновании возможности и целесообразности безреагентного метода очистки жиросодержащих сточных вод фильтрованием через базальтовые волокна; установлении кинетики и гидродинамических режимов фильтрования жиросодержащих вод, разработке новых математических моделей фильтрования и создании методики расчета процесса очистки жиросодержащих вод на фильтрах из базальтовых волокон.

Практическая значимость состоит в разработке, создании и испытании в производственных условиях трехсекционной цилиндрической установки для очистки жиросодержащих вод на основе базальтовых волокон, позволяющей повысить эффективность очистки до 85-97% без введения реагентов и использовать полученные в процессе очистки жировые вещества для технических целей.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на XI научной конференции КТИШ (Киев, 1989г.); на XXXII, XXXIII, XXXVI, XXXVII, XXXVIII, XXXIX, XL, XLI конференциях КТИШ (Киев, 1980, 1981, 1984, 1985, 1986, 1988, 1989 гг.); на УП республиканской конференции "Повышение эффективности, совершенствование процессов и аппаратов химических производств" (Львов, 1988г.); на 42-й конференции ЛИС (Ленинград, 1985г.).

Публикации результатов. По материалам диссертационной работы опубликована монография "Гидродинамическая теория фильтрования суспензий" (Киев, "Знак школа", 1986г.); 4 печатных работ, получено 6 авторских свидетельств.

Структура и объем. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы, включающего 149 наименований, в том числе 16 иностранных, приложения. Работа изложена на 148 страницах машинописного текста и содержит 69 рисунков и 33 таблицы.

На защиту выносятся:

- обоснование безреагентного способа очистки жиросодержащих сточных вод пищевых предприятий фильтрованием через нетканые волокнистые материалы;
- математические модели очистки жиросодержащих вод фильтрованием через пакеты из базальтовых волокон;
- установление гидродинамических режимов фильтрования;
- режимы и характеристики установки для очистки жиросодержащих сточных вод, повышающей эффективность очистки от жира до 85...97%.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведена классификация жировых веществ, находящихся в сточных водах пищевых предприятий. Установлено, что в зависимости от вида перерабатываемого жирового сырья, методов и режимов его переработки в сточных водах могут оказаться различные виды жировых веществ / триглицериды, жирные кислоты, мыла и т.п./, а также продукты их гидролиза и окисления, что сказывается на выборе метода очистки от конкретного вида загрязнений или их совокупности.

На основе анализа нормативно-технических документов по сбросу жировых веществ в канализацию и фактического состояния очистных сооружений показано, что наиболее доступным и перспективным оказался метод фильтрования через базальтовые волокна, которые обладают высокой химической стойкостью к агрессивным средам и малой гигроскопичностью в большом диапазоне температур.

Показано, что производительность процесса фильтрования и качество фильтрации зависят от поверхности фильтровальной перегородки, разности давлений на входе и выходе, толщины слоя осадка, вязкости жидкой фазы, размеров и формы пор осадка и фильтрующей перегородки, электрических и адгезионных свойств твердых частиц и пр.

Во второй главе изложены результаты исследований по определению дисперсных структур волокнистых минеральных материалов на основе базальтовых волокон и жиросодержащих вод на различных стадиях очистки методами оптической микроскопии.

Определены закономерности распределения частиц дисперсной фазы по размерам и их статистические характеристики / среднее арифметическое, дисперсия и пр./ . В качестве примера на рис. 1 приведена гистограмма распределения жировых шариков по размерам в фильтрате и эмульсии, по которой можно судить об изменении их средних статистических характеристик.

В третьей главе описаны объект, план, программа экспериментальных исследований и лабораторные фильтрующие установки с плоским и цилиндрическим фильтрующими элементами. Схема лабораторной установки с плоским фильтрующим элементом приведена на рис. 2. Принцип работы этой установки состоит в следующем. Жиродержащая вода подается на фильтр 5. Под действием разрежения воздуха в колбе Бунзена 2, создаваемого вакуумным насосом 19, очищенная вода собирается на дне колбы. Разрежение воздуха в системе, измерялось вакууметром П / УТИ № 52208, ГОСТ 2405-80/. Ловушка 18 предохраняла вакуумный насос ИИ-161 от попадания в него воды. Благодаря введению ресивера 13 в схему обеспечивалась стабильность процесса фильтрования и устранялась возможность резкого понижения давления в момент запуска установки посредством плавного его регулирования и соединения колбы 2 с резервуаром стабилизации давления 14, в котором имеется водяной затвор.

Фильтр состоит из воронки Бюхнера 3, на пористое дно которой помещали нетканый волокнистый материал вырезанный по диаметру воронки между 2-мя уплотнительными резиновыми прокладками 4 в виде колец шириной 7 мм, которые фиксировались сверху с помощью прижимного цилиндра 6 и металлической стяжки, состоящей из элементов 7-10. Такая конструкция фильтра предохраняла проникновение жировых частиц фильтруемой жидкости в фильтрат по периферии и позволяла проводить процесс фильтрования в воспроизводимых условиях.

В качестве фильтрующих элементов использовался нетканый волокнистый материал на основе супер- /фильтр 1/, ультра- /фильтр 2/ и микротонких /фильтр 3/ базальтовых волокон, характеристика которых приведена во второй главе. Первый из них применялся для грубой, второй - для тонкой и третий для глубокой очистки жиродержащих вод.

В результате исследований установлено, что применение цилиндрических фильтрующих установок более целесообразно по эффективности.

сти и производительности. Доказана целесообразность использования для глубокой очистки супертонких базальтовых волокон, для тонкой - ультратонких и для глубокой - микротонких волокон. Установлена оптимальная толщина фильтровального пакета по удельной плотности материала пакета $0,25-0,3 \text{ г/см}^2$. Получены зависимости эффективности и фильтрующей способности базальтовых волокон от характеристик жиродержащих вод: природы жиров, pH-среды, дисперсности частиц, концентрации жира в эмульсии, ее температуры, а также от давления процесса фильтрования. Обнаружен эффект критического давления (порога), после достижения которого эффективность очистки резко снижается. Установлены оптимальные параметры процесса фильтрования: давление $0,25 \dots 0,3 \text{ МПа}$, pH-6,0, температура $-10 \dots 60^\circ\text{C}$ в зависимости от жира /рис.3/. На рис.4 показаны зависимости содержания жира в фильтрате от температуры, давления, объема фильтрата, толщины фильтровального пакета и удельной его плотности.

Определены режимы процесса регенерации фильтрующих элементов горячей водой с температурой $85 \dots 90^\circ\text{C}$ и острым паром противотоком по отношению к направлению потока очищаемой воды в процессе фильтрования. Определены свойства и химический состав жиров, полученных в процессе регенерации, которые пригодны для производства мыл и технических смазок. Эффективность очистки составляет $65 \dots 97\%$.

В четвертой главе изложены основные закономерности процесса фильтрования и сформулированы его математические модели с частичным и полным учетом конвективного члена, т.е. перемещения частиц осадка внутри слоя при сжатии. Показано, что для двухслойной цилиндрической фильтровальной перегородки общая исходная задача приводится с помощью условий сопряжения к интегральному уравнению Вольтерра относительно неизвестного потока жидкой среды. Условие непрерывности и дифференцируемости полученных функций позволяет перейти от уравнения Вольтерра первого рода к уравнению Вольтерра второго рода, решением которого и находится поток жидкой фазы, т.е. расход фильтруемой среды на границе двух фильтрующих слоев.

$$\alpha(\tau) = \frac{K_1 \cdot K_2}{\theta} \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{P_n S K'_{2n}(c) K_{2n}(b) e^{K_2 b^2 \tau} + P_n a K'_{1n}(a) e^{K_1 a^2 \tau}}{K_1 K_{2n}^2(b) - K_2 K_{1n}^2(b)} \right.$$

$$\begin{aligned}
 & - \int_0^{\tau} \frac{K_{2n}^2(\beta) K_1 K_2 \beta_n^2 e^{-K_2 \beta_n (\tau-w)} - K_{1n}^2(\beta) K_2 K_1 \lambda_n^2 e^{-K_1 \lambda_n^2 (\tau-w)}}{[K_1 K_{2n}^2(\beta) - K_2 K_{1n}^2(\beta)]^2} \times \\
 & \times [P_n C K_{2n}'(C) K_{2n}(\beta) e^{K_2 \beta_n^2 w} + P_n a K_{1n}'(a) K_{1n}(a) e^{K_1 \lambda_n^2 w}] \times \\
 & \times \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(\tau-w)^m}{m!} dw \quad (4.1)
 \end{aligned}$$

Сформулированы математические модели процесса фильтрации относительно коэффициента пористости осадка, в которых дополнительно учитываются условия сжимаемости и условия Стефана.

Аналитические исследования позволили выявить влияние соотношений размеров нитей, ячеек фильтра и капель эмульсии на процесс фильтрации, а также влияние смачиваемости волокон жиром, поверхностного натяжения и капиллярной постоянной на степень очистки и тем самым теоретически обосновать необходимость отдельного изучения зависимости эффективности очистки от режимов процесса и взаимосвязи фильтрационных характеристик с фильтрующей способностью использования аналитических решений линейных задач фильтрации в случае задержания частиц в порах фильтровальной перегородки для описания процесса фильтрации жиросодержащих вод.

Сформулированы и приведены решения задач Стефана с подвижными границами отложений на внешней границе и внутри фильтровальной перегородки. Приведены решения для сжимаемых перегородок и осадка.

В пятой главе обоснована программа проведения опытов по установлению зависимости эффективности очистки от физико-химических свойств жирных эмульсий и режимов процесса. Определены также фильтрационные характеристики базальтовых фильтров. Для обоснования экспрессного метода определения загрязненности сточных вод установлены зависимости оптической плотности и коэффициента светопропускания от степени загрязненности воды. Установлено также, что при увеличении содержания жира в сточной воде ее вязкость возрастает.

Получены дополнительные и уточнены ранее установленные зависимости очистки от диаметра используемых волокон, концентрации жира,

расхода воды и температуры среды. Получены экспериментально сравнительные зависимости перепада давления от расхода фильтрата для всех видов волокон и ткани "Бельтинг".

Получено эмпирическое уравнение в виде параболической зависимости, связывающей отношение текущего времени к объему фильтрата с суммарным объемом фильтрата, а также эмпирическое уравнение, устанавливающее зависимость сопротивления фильтровальной перегородки от перепада давления.

Разработаны алгоритм и методика инженерного расчета процесса фильтрования жиродержащих сточных вод на фильтрах из базальтовых волокон. Согласно этой методике последовательно определяются следующие параметры:

- по исходной концентрации жира и эффективности очистки находится масса m_i и объем жира $V_{0эi}$, задержанного перегородкой при пропускании фиксированных выбранных количеств жиродержащей воды V_i :

$$m_i = \frac{\gamma \cdot C}{100} \cdot V_i \quad \text{и} \quad V_{0эi} = \frac{m_i}{\rho_{ж}} \quad (5.1)$$

- по удельному объему пропущенной через фильтр жиродержащей воды вычисляется коэффициент отложений U :

$$U_i = \frac{\delta \cdot F}{V_i} = \frac{V_{0эi}}{V_i} \quad (5.2)$$

В фильтрационные характеристики входят ϵ_n , $\epsilon_э$ и $\epsilon_{0э}$, которые связаны с коэффициентом отложений U и между собой следующими зависимостями:

$$\epsilon_n U = \frac{1 - \epsilon_э}{\epsilon_э - \epsilon_{0э}} = \frac{C[\gamma + (1 - \gamma)W]}{1 - (W + C)} \quad (5.3)$$

где $\gamma = \frac{\rho}{\rho_{тв}}$; C - массовая концентрация; W - влажность осадка.

Для определения ϵ_n , $\epsilon_э$ и $\epsilon_{0э}$ используем уравнения балан-

$$V_э(1 - \epsilon_э) = V_{0э}(1 - \epsilon_{0э})\epsilon_n \quad (5.4), \quad V_э\epsilon_э = V + V_{0э}\epsilon_{0э}\epsilon_n \quad (5.5)$$

Для определения пристотности фильтровальной перегородки выведено дополнительное уравнение, основанное на капиллярных представлениях

$$\frac{\rho_n}{\rho_{п0}} = \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_0}\right)^S = \frac{\delta_0}{\delta_{оп}} \cdot \left(\frac{\epsilon_{оп}}{\epsilon_n}\right)^3 \cdot \left(\frac{1 - \epsilon_n}{1 - \epsilon_{оп}}\right)^2 \quad (5.6)$$

показатель степени S зависит от толщины перегородки: для перегородки толщиной $\delta_0 = 28-30$ мм /в сухом виде/ $S \approx 0,2$; для

$$\delta = 20-21 \text{ мм} \quad S = 0,3 \text{ мм}$$

Для вывода уравнения 5.6 были использованы формулы Козени-Кармена и Малиновской.

Из системы уравнений 5.4-5.5, зная удельные расходы эмульсии $V_э$, отложений внутри фильтровальной перегородки $V = \frac{V_{0э}}{F}$ и фильтрата V находим пористость перегородки ϵ_n и отложений $\epsilon_{0э}$

$$\epsilon_{0э} = \frac{\epsilon_э - V/V_э}{1 - V/V_э}; \quad \epsilon_n = \frac{V_э}{V_{0э}} \left(1 - \frac{V}{V_э}\right) \quad (5.7)$$

Пользуясь формулами Козени-Кармена и Малиновской и ограничиваясь в них старшими слагаемыми $1/\epsilon_n^3$ получили одно и тоже соотношение

$$\frac{R_n}{R_{n0}} = \left(\frac{\epsilon_{n0}}{\epsilon_n}\right)^3 \cdot \frac{\delta}{\delta_0}, \quad (5.8)$$

из которого следует, что сопротивления перегородок обратнопропорциональны кубам их пористостей и прямопропорциональны отношениям толщин. Используя соотношение 5.8, находим коэффициент пористости ϵ_n , $\epsilon_n = \epsilon_n (1 - \epsilon_n)$, где согласно 5.8

$$\epsilon_n = \epsilon_{n0} \left[\frac{R_{n0}}{R_n} \cdot \frac{\delta}{\delta_0} \right]^{1/3} \quad (5.9)$$

Разработана методика определения модуля сжимаемости перегородки и отложений без проведения специальных компрессионных испытаний путем вычисления его непосредственно из параметров процесса фильтрации в следующем порядке: строится график зависимости

$R_n = R_n(\Delta P)$ в логарифмических координатах, выбирается и находится показатель степени в уравнении 5.6, для чего используется соотношение $S = (\lg R_n - \lg R_{n0}) / (\lg \Delta P - \lg \Delta P_0)$ (5.10)

Для прямого расчета производительности фильтров из базальтовых волокон получено кубическое уравнение $\bar{V}^3 + a\bar{V}^2 + b\bar{V} - c = 0$ (5.11)

в котором постоянные определяющие положение подвижной границы отложений жидра внутри фильтровальной перегородки вычисляются по соотношениям

$$a = 2 \frac{\mu q R_n - \Delta P}{\mu q \nu \psi}; \quad b = \frac{\mu q R_n - \Delta P}{(\mu q \nu \psi)^2}; \quad c = 4 \frac{\Delta P}{\mu q \nu \psi};$$

$$\psi = \left(1 + \frac{\Delta P}{2\sigma}\right)^{-1}$$

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

I. Углублены строение и структура фильтровальных пакетов из базальтовых волокон и показаны возможности и целесообразность их использования для фильтрации жидросодержащих сточных вод. Горь-

стооть фильтровальных элементов из этих волокон составляет 0,8... 0,15% или долей единицы. Соответственно обоснована целесообразность использования фильтров из ультратонкого — для тонкой, а микротонкого — для глубокой очистки.

2. Установлен эффект критического давления, после достижения которого жировые шарики продавливаются через фильтровальную перегородку, который является причиной изменения их размеров в фильтрате по мере перехода на более тонкие волокна.

3. Установлено, что существенно влияющими параметрами на эффективность очистки является толщина фильтровального пакета, концентрация жира в исходной эмульсии, pH среды, ее температура и давление, природа жира и его свойства. Оптимальная толщина фильтровального пакета, определяемая удельной плотностью материала пакета, составляет около 0,3 г/см²; оптимальные значения режимных параметров: давление — не более 0,25 МПа для жидких жиров и не более 0,5 МПа — для пластических, pH среды — 6,0, температура — 10...60°С в зависимости от свойств содержащегося в ней жира.

На эффективность очистки существенное влияние оказывают размеры волокон и образуемых ими ячеек, величина поверхностного натяжения и угла смачивания, т.е. свойства фильтровальных волокон и жира.

4. Сформулированы математические модели процесса фильтрации с частичным и полным учетом конвективной части потока и закономерностей консолидации отложений и перемещение подвижной границы слоя отложений как с наружной, так и внутренней поверхности фильтровальной перегородки.

Сформулирована модель осесимметричного фильтрации через многослойные цилиндрические фильтровальные элементы, в результате реализации которой получены соответствующие расчетные уравнения.

5. Получено ряд эмпирических зависимостей, устанавливающих отношение текущего времени к объему фильтрата с суммарным объемом фильтрата: зависимость сопротивления фильтровальной перегородки от перепада давления и др. На основе этих уравнений вычислены сопротивления фильтровальных перегородок в процессе фильтрации.

6. Разработан алгоритм и методика расчета процесса фильтрации жиродержащих сточных вод через фильтры из базальтовых волокон, позволяющие определить модуль сжимаемости перегородки и отложений. Для расчета фильтрационной производительности разработаны методы последовательных приближений и прямого интегрирования.

7. Регенерация фильтрующих элементов из базальтовых волокон осуществляется горячей водой противотоком с температурой 85 ... 90°C или острым паром.

8. На основании проведенных исследований разработаны трехсекционные цилиндрические установки с фильтрующими элементами из базальтовых волокон. Предложены и разработаны способы очистки и приборы контроля эффективности очистки защищенные авторскими свидетельствами.

Установки прошли производственные испытания на Киевском маргариновом заводе. Достигнутая в производственных условиях эффективность очистки составила 85 ... 97%, а ожидаемый экономический и экологический эффект от внедрения одной установки составит 125,3 тыс.руб. в год.

Условные обозначения: P - давление, Па; ΔP - перепад давления на перегородке, Па; τ - время, с; t - температура, °C; G - модуль сжимаемости осадка, $1/m^2$; x, y, z - координаты, м; ϵ_n - коэффициент пористости, ϵ_n - пористость перегородки; W - влажность осадка;

V - удельный объем фильтрата, m^3/m^2 ; U - коэффициент наружного отложения осадка; μ - вязкость жидкости, Па с; K_1 - характеристики жидкой фазы; K_2 - характеристика твердой фазы; q - приведенная /мажущаяся/ скорость жидкости в слое осадка, м/с; R_n - сопротивление отложений внутри перегородки, m^{-1} ; R_{no} - удельное сопротивление, m^{-2} ; $\beta = \beta_i / \mu r$ - коэффициент консолидации осадка, здесь

$\beta_i = G$ - модуль сжимаемости осадка; ρ, ρ_s, ρ_e - плотность жидкой фазы, твердых частиц и эмульсии или суспензии, kg/m^3 ; α - безразмерная постоянная; λ - безразмерная переменная; F - площадь фильтровального элемента, m^2 ; δ_i - толщина перегородки, заполненная жиром, м; V_{oi} - объем отложений в фиксированной точке процесса, m^3 ; ϵ_e и ϵ_{oe} - пористость эмульсий и отложений внутри перегородки.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Федоткин И.М., Воробьев Е.И., Вьшн В.И. Гидродинамическая теория фильтрования суспензий. - Киев: Выща шк., 1986. - 166с.

2. К вопросу выявления резервов и использования технического жира сточных вод многокомбинатов /М.Г.Тулъчевский, В.И. Руденко, Б.И. Вьшн, В.И. Качур/. - Киев: Знання 1973. - С. 20-21.

3. Гладкий В.Н., Федоткин И.М., Вьшн В.И. и др. Пульсационные аппараты для перемешивания и фильтрования суспензий. // II Всесоюз. конф. "Пульсационная аппаратура в народном хозяйстве СССР": Тез.докл. -М., 1980. -С. 63.

4. Федоткин И.М., Вьюн В.И. Эффективность процесса фильтрационной очистки жиросодержащих сточных вод на фильтрах из тонких базальтовых волокон // УП Респ.конф. "Повышение эффективности, совершенствование процессов и аппаратов химических производств": тез.докл. Ч.1. Гидродинамические и теплообменные процессы. - Львов. 1988. - С. 32-33.

5. Гуц В.С., Вьюн В.И. Очистка жиросодержащих сточных вод. // I Всесоюз. науч.-техн.конф. "Пути развития производства и переработки животноводческого сырья в системе АПК": Тез.докл. - М. 1988. - С. 239-240.

6. А.с. 989436 СССР, МКИ С 01 27/22. Устройство для измерения частотных характеристик эмульсий. /Ю.А. Скрипник, Л.А. Глазков, В.И. Вьюн и др. - №345178/18-25. - Заяв. 20.07.81 Оpubл.15.01.83. Бюл. №2.

7. А.с. 1111090 СССР, МКИ С 01 27/22. Устройство для измерения частотных характеристик эмульсий. /Ю.А. Скрипник, Я.М. Загрей, Л.А. Глазков, Л.А. Галкин и В.И. Вьюн. СССР - I 360135/18-25. - Заяв. 30.05.83, Оpubл. 30.08.84. Бюл. №2.

8. А.с. 1017684, МКИ С 02 I/52. Способ очистки сточных вод от животных жиров. /Л.М. Корнюшко, Б.П. Игнатович, В.Ф. Поляков, Н.Н. Ульянова, В.И. Вьюн и др. СССР - I 3320091/23-26. - Заяв. 23.07.81 Оpubл. 15.05.83 Бюл. № 18.

9. А.с. 1204635 СССР, МКИ С 12 I/12. Устройство для отделения жира. /В.С. Гуц, И.Ю. Дорожук, В.И. Вьюн и А.А. Буша. СССР - № 3770296/28-13. - Заяв. 06.07.84. Оpubл. 15.01.86. Бюл. № 2.

10. А.с. 1283227 СССР, МКИ С 02 9/00, I/23. Способ очистки сточных вод масложировой промышленности. /В.С. Мачигин, Ю.М. Постолов, Ю.В. Ульянов, В.И. Вьюн и др. СССР - № 392075/31. - Заяв. 22.07.85. Оpubл. 15.01.87. Бюл. № 2.

11. А.с. 1367247 СССР, МКИ В 01 D 39/06. Фильтрующая перегородка для очистки жиросодержащих вод. / В.С. Гуц, В.И. Вьюн, И.М. Федоткин и др. СССР - № 4485317/31-26. - Заяв. 26.07.86. Оpubл. 30.05.90. Бюл. № 20.

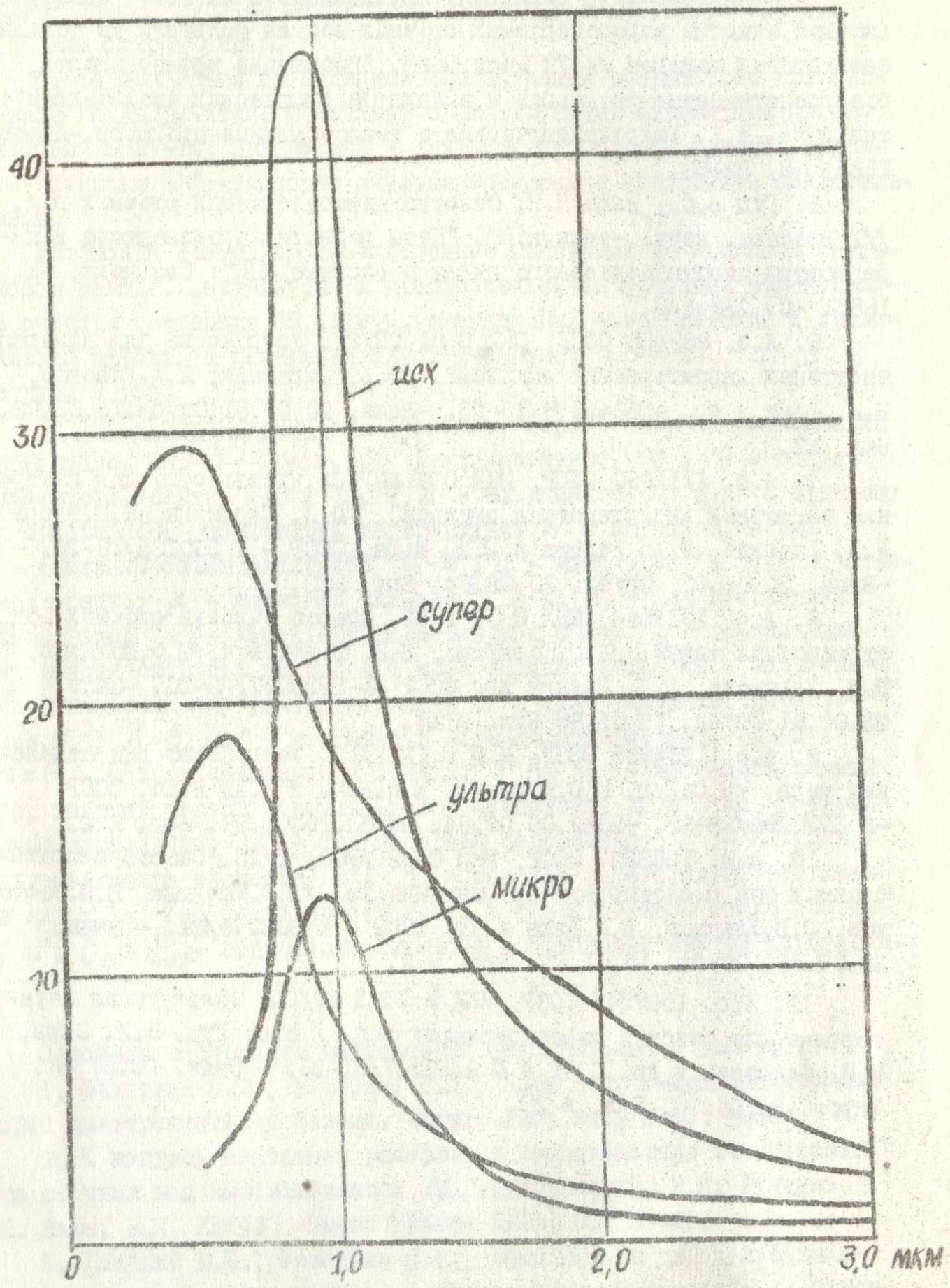


Рис. 1. Гистограмма распределения жировых шариков в фильтрате и эмульсии по размерам

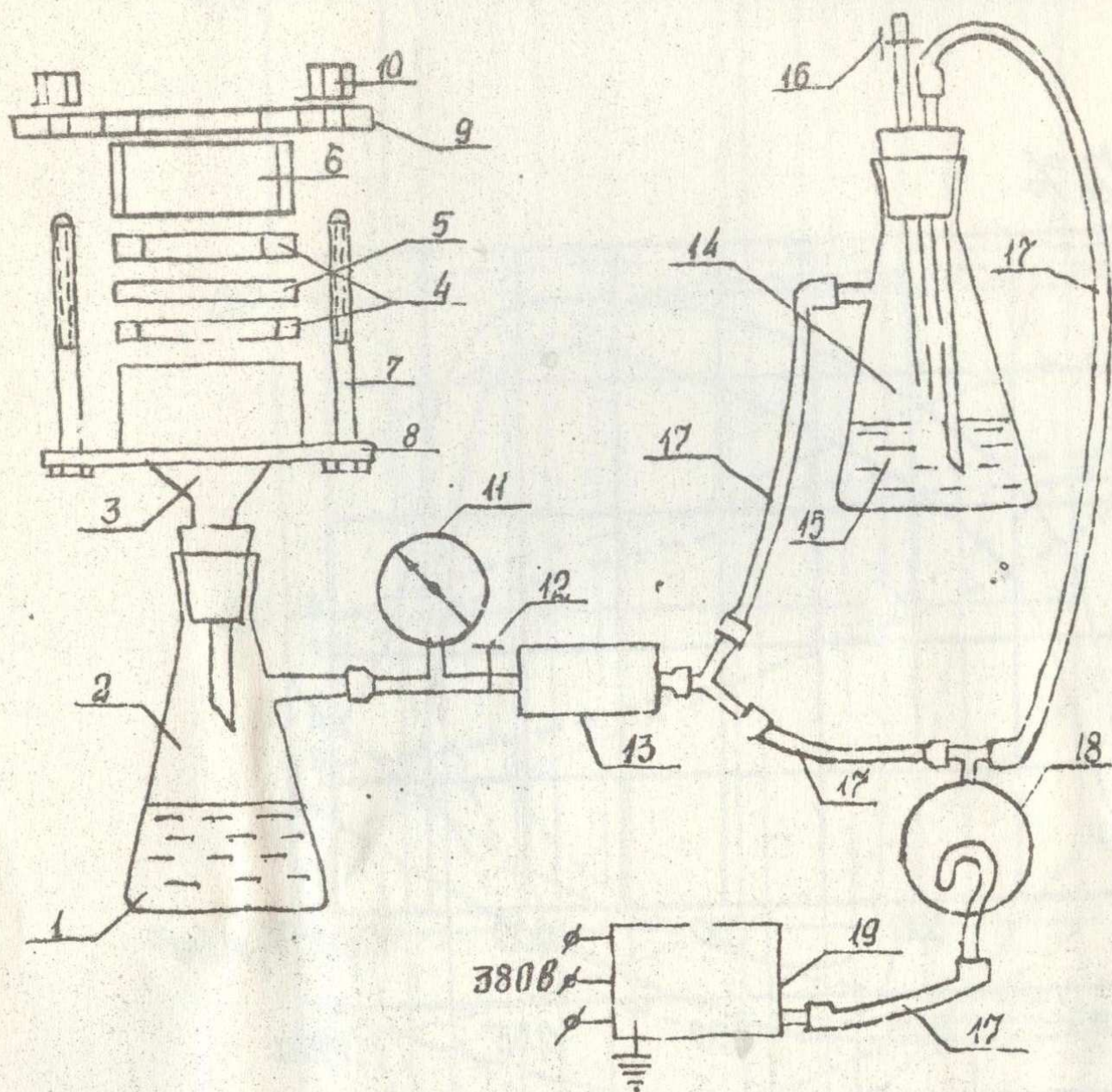


Рис. 2. Схема лабораторной установки с плоским фильтрующим элементом:

1 - фильтрат; 2 - колба Бунзена; 3 - воронка Бюхнера;
 4 - уплотнительные резиновые прокладки; 5 - фильтрующий материал; 6 - прижимной цилиндр; 7 - стяжки; 8 - основание стяжного блока; 9 - крышка блока с отверстиями;
 10 - стяжные барашки; 11 - вакууметр, ВТИ; 12 - вентиль ресивера; 13 - ресивер; 14 - резервуар стабилизации давления; 15 - дистиллированная вода; 16 - воздушный кран; 17 - соединительные вакуумные тл. и; 18 - доушка; 19 - вакуумный насос

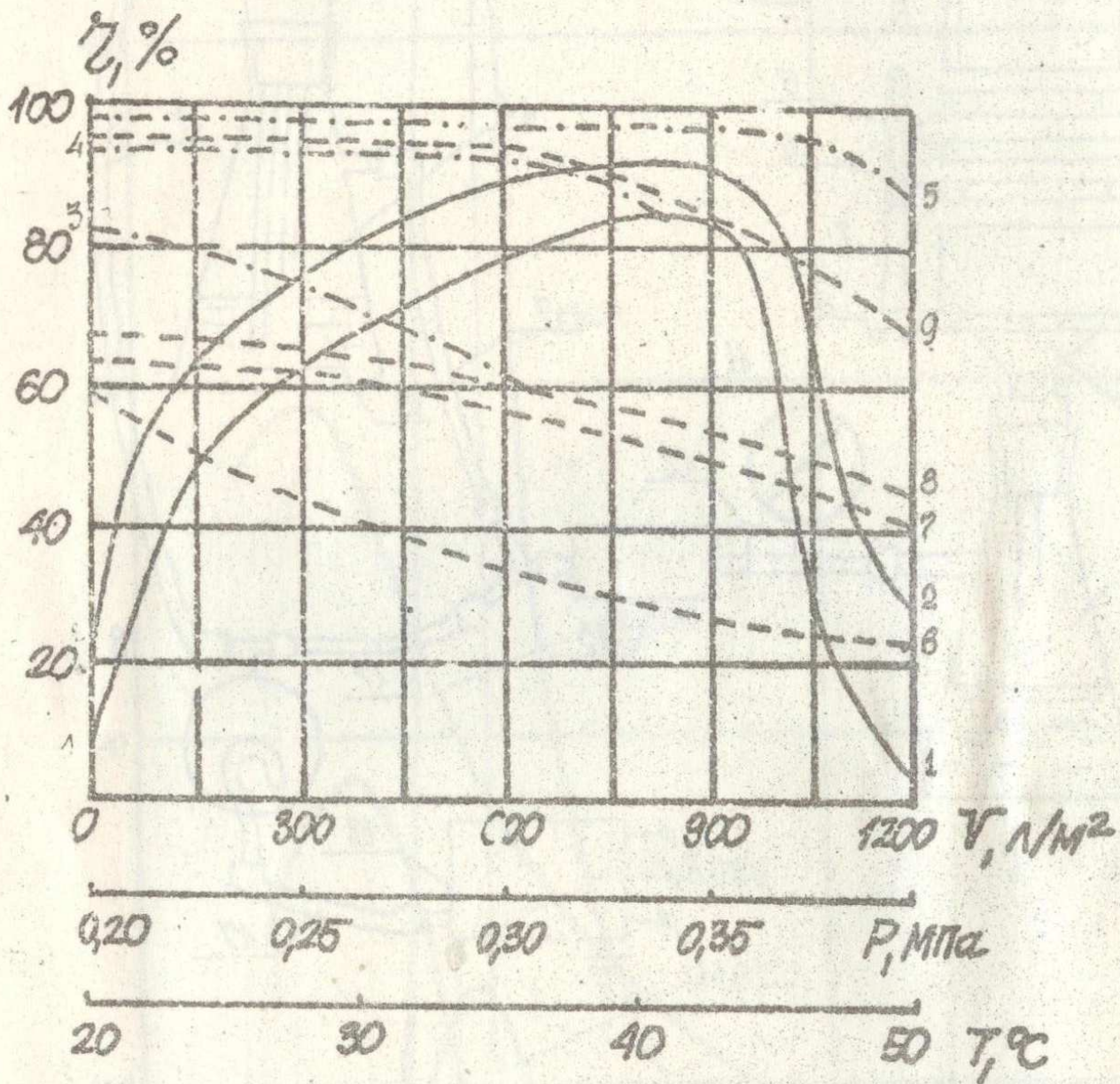


Рис. 3. Зависимость эффективности фильтровальных элементов из базальтовых волокон от объема пропущенной эмульсии /1,2/, давления /3,4,5/ и температуры /6,7,8,9/ при $\Gamma_n = 6$

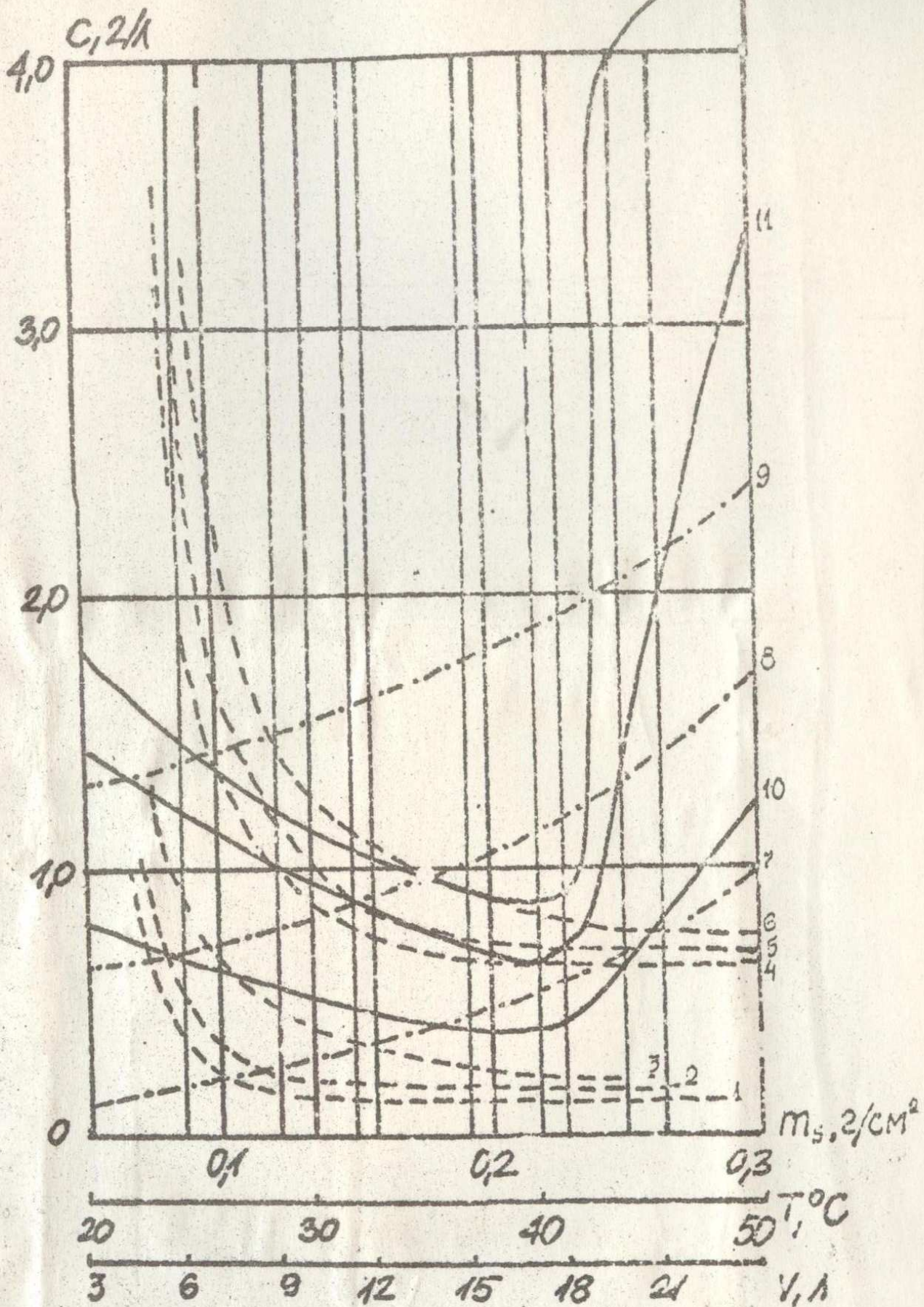


Рис. 4. Зависимость содержания жира в фильтрате от толщины фильтра /1,2,3,4,5,6/, температуры /7,8,9/ и удельного объема пропущенной эмульсии /10,11,12/ при $P_H = 6$ и $P = 0,3$ МПа

В. Д. 16737