

Автореферат
И 18

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ИВАНЕНКО АНАТОЛИИ ВЛАДИМИРОВИЧ

УДК 663.25 : 663.3

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ
СОКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Специальность 05.18.12 - процессы и аппараты
пищевых производств

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
доктора технических наук

780

Одесса - 1982

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР В. И. СОКОЛОВ,

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки УССР И. Г. ЧУМАК,

доктор технических наук, профессор Б. М. МАТОВ.

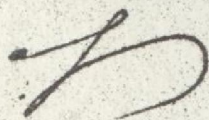
Ведущая организация - Научно-производственное объединение по виноградарству и виноделию Главплодвинпрома УССР.

Защита состоится "24" марта 1982 г. в 10³⁰ 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. Ломоносова.

Автореферат разослан "22" февраля 1982 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
к. т. н., доцент



А. Ф. ЗАГИБАЛОВ

ОНАХТ

26.09.13

Процессы и аппаратур



v014211

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. XXVI съезд Коммунистической партии Советского Союза определил конкретные пути дальнейшего развития народного хозяйства, улучшения благосостояния нашего народа. "В одиннадцатой пятилетке ставится задача ускорить техническое перевооружение производства, проводить линию на быстрее создание и повсеместное внедрение принципиально новой техники и материалов ...". Многие в этом направлении предстоит сделать в винодельческой и консервной промышленности, где процессы извлечения сока (сусла) из винограда и другого растительного сырья сложной биологической структуры играют значительную роль.

Повышение качества получаемой продукции и более полное использование ценного пищевого сырья соответствует задачам, выдвигаемым Продовольственной программой СССР на период до 1990 г. Ряд отечественных и зарубежных источников в области извлечения соков из растительного сырья указывают на возможность значительного улучшения технологических процессов и аппаратов для их осуществления.

Основная часть работ по теме диссертации выполнена в соответствии с планами создания и внедрения новой техники на винодельческих предприятиях Одесской, Херсонской и Крымской областей УССР, Молдавской, Грузинской и частично Белорусской ССР, а также планами внедрения НИР Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова.

Объект исследования. Для решения важной научной задачи, имеющей и прикладное значение, исследованию были подвергнуты процессы извлечения сока из растительного сырья и аппараты для их осуществления.

Цель работы. Основной целью работы является создание науч-

с. в. 14211 v 014211

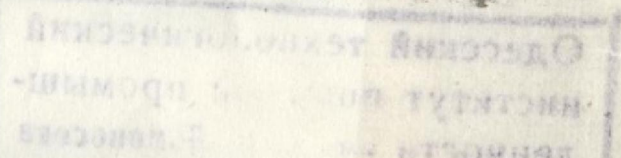
Одесский технологический
институт пищевой промышлен-
ности им. М. В. Ломоносова

ных основ процесса поэтапного извлечения соков из растительных объектов сложной биологической структуры и разработка новых типов аппаратов для их получения.

Задачи работы. Основными задачами в достижении цели являются: проведение системного анализа существующих процессов получения соков, выявление теорий-аналогов, описывающих процессы в сходственных средах, анализ основных критериев и факторов процесса, формулирование рабочих гипотез целесообразного осуществления процессов получения сусел легких, средней и высокой экстрактивности, апробация рабочих гипотез на различных уровнях, разработка основных положений прикладного характера, промышленная проверка теоретических рекомендаций, формулирование основных научных положений, служащих базой новой технологии, их реализация путем разработки новых процессов и аппаратов и внедрения в производство.

Научная новизна. На основании выполненных автором исследований сформулированы и обоснованы научные положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое перспективное направление в отрасли науки о процессах и аппаратах для переработки растительного сырья, имеющее важное народнохозяйственное значение.

На основании теоретического обобщения, охватывающего основные свойства растительного сырья сложной биологической структуры, положения о деформировании квазиоднородных систем, технологические требования, предъявляемые к суслу и готовому продукту, созданы научные основы рациональных технологий. Впервые показано, что удельная мощность процесса суслоотделения является основным показателем, обобщающим механические параметры процесса с качественными показателями получаемого сусла. При изменении удельной мощности процесса можно осуществлять поэтапный отбор



сусла, предназначенного для приготовления различных типов продукции.

Создана теория и разработан процесс импульсно-циклического прессования гроздей винограда, использующая упруговязкопластические свойства, приводящие к последовательному разрушению сокодержательных клеток, упругому расширению массы в периоды снятия давления и свободному истечению суслы.

Теоретический анализ основных положений поточной обработки сырья в рабочих каналах позволил установить существенное влияние на ход процесса консистенции обрабатываемых сред. Разработана теория фрикционно-поточного прессования упругих пористых сред, испытывающих пластическую деформацию в пограничном слое, контактирующем со стенками рабочего канала. Эта теория позволила определить функциональную зависимость технологических параметров процесса прессования от физико-механических свойств мезги, геометрических, кинематических и динамических параметров пресса. Показано, что фильтрационные характеристики мезги при поточно-фрикционном методе прессования оказывают менее существенную роль, чем при сжатии мезги в замкнутой камере.

Теоретически установлена взаимосвязь характеристик отдельных зон шнекового пресса, что нашло воплощение в разработке расходно-напорных характеристик шнекового механизма и пассивной части фрикционно-поточного канала, явившихся основой создания регулирующих устройств шнековых прессов.

Теоретически доказана повышенная эффективность концевых витков шнекового механизма, что нашло отражение в создании новых типов прессов для переработки винограда и яблок.

Теоретическое положение о возможности создания тормозных витков в шнековом механизме позволило создать новый тип пресса без конуса и предконусной камеры.

Развитием теории фрикционно-поточного прессования явилось описание процессов перемещения мезги в клиновых полостях загрузочной зоны и эксцентрикового механизма. Подтверждением теоретических предпосылок явилось создание шнеково-эксцентрикового пресса.

Объединение теоретических положений об ограничении удельной мощности процесса с теорией фрикционно-поточного прессования позволило установить взаимосвязь производительности пресса, давления и качества получаемого сусла.

Используя положения о поэтапном извлечении сусла и ограничении величины удельной мощности, созданы теоретические предпосылки энергосберегающей технологии термовинификации при получении высококачественных вин.

Практическая ценность работы. Анализ широко применяемых процессов и оборудования для их осуществления, а также эксперименты, проведенные в направлении их усовершенствования, показали, что распространенный в настоящее время метод извлечения сусла из мезги не в полной мере отвечает требованиям современного производства. Импульсно-циклический способ прессования гроздей винограда позволяет производить поэтапное извлечение сусла, идущего на приготовление легких столовых и шампанских вин и соков. На базе основных требований к осуществлению процесса разработан новый тип пресса, позволяющий получать сусло повышенного качества. Применение четырехэлементной реологической модели к системе аппарат-среда дало возможность описать процесс сжатия массы и установить его основные особенности, нужные для эксплуатации и проектирования процессов нового типа.

Теоретическая разработка поточно-фрикционного метода прессования применительно к шнековому прессу дала возможность создать новый тип шнекового пресса - двухсекционный. Установление

взаимосвязи работы отдельных зон шнекового механизма привело к созданию гидравлического регулятора, улучшившего показатели работы шнековых прессов. Дальнейшее развитие теории фрикционно-поточного метода прессования привело к созданию шнеково-эксцентрикового пресса. Анализ фрикционно-поточного метода прессования с позиции удельной мощности процесса дает возможность повысить эффективность работы шнековых прессов.

Стремление к снижению удельной мощности процесса обработки мезги при термовинификации привело к созданию новых типов мезгоподогревателей и смесителя-винификатора.

Разработанные научные основы процесса извлечения сока (сусла) из растительного сырья сложной биологической структуры являются базой для дальнейших исследований.

Реализация научно-технических результатов. Разработка новых технологических процессов, конструирование и изготовление всех аппаратов и установок осуществлялись под руководством и непосредственным участии автора. Это же относится и к проведению испытаний, доработке конструкций и их массовому внедрению в производство.

Для осуществления поэтапного извлечения сока (сусла) в пульсационно-циклическом режиме разработан пресс ВПГ-30. В промышленности работает пять поточных линий производительностью 30 т/ч, оснащенных этими прессами.

Реализацией практических рекомендаций, вытекающих из теории фрикционно-поточного метода прессования, явилось создание пресса марки К1-ВПС-20, которые выпускаются серийно. Всего выпущено 107 прессов этого типа.

Для поддержания определенных режимов прессования, что стало возможным благодаря установлению характера взаимосвязи отдельных зон шнекового пресса, разработан регулятор ГРД-3, которых

выпущено свыше 12 тыс. штук и которыми оснащены все винодельческие прессы, изготовленные в нашей стране.

Дальнейшим усовершенствованием шнековых прессов явилось создание шнеково-эксцентрикового пресса. Таких прессов изготовлено 15 штук. Ведется подготовка к серийному производству.

Для повышения эффективности процесса термовинификации предложен и выпускается серийно с использованием нашего авторского свидетельства мезгоподогреватель ВПМ-20. Аппаратов этого типа изготовлено 112 штук.

Внедрена в производство новая комплексная линия, оснащенная блоком термовинификации, содержащим аппарат ВПМ-20 и смеситель-винификатор.

Введена в производство новая установка для получения легких столовых и высокоэктрактивных вин, в которую входит пресс ВПГ-30 и новый контур термовинификации. Ведутся работы по доработке линий и подготовке их серийного производства.

Автор защищает. Теоретические положения поэтапного метода извлечения сока из растительного сырья, как объекта сложной биологической структуры, теорию пульсационно-циклического процесса, положение об оптимизации удельной мощности процесса сокоотделения и все практические выводы этих теоретических положений.

Теорию фрикционно-поточного метода прессования мезги при получении сока второго отбора и все вытекающие из неё практические выводы.

Теорию энергосберегающего процесса термовинификации, осуществляемой гидротермическим способом и её практические выводы.

Положение о применимости реологических моделей систем аппарат-среда для описания работы вновь созданных объектов.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и получили положительную оценку на заседаниях научно-технических

советов Министерства пищевой промышленности СССР, Главплодвинпрома УССР, аграрно-промышленного объединения "Молдвинпром" МССР, Одесского совхозвинтреста, Гурджаанского и Цинандальского производственных объединений ГССР, Симферопольского машиностроительного завода винодельческого оборудования, Тбилисского производственного объединения "Грузвинмаш", Украинского научно-исследовательского института виноградарства и виноделия им. В. Е. Таирова, Всесоюзного научно-исследовательского института виноградарства и виноделия "Магарач", на Юбилейной научной конференции Пловдивского высшего института пищевой и вкусовой промышленности (НРБ), на заседаниях межведомственного научно-производственного подкомплекса винодельческой и пивобезалкогольной промышленности при Южном центре АН УССР, на научных конференциях Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова.

Достоверность теоретических положений и выводов подтверждена положительными результатами широкой промышленной проверки и многолетней эксплуатацией новых процессов и аппаратов на предприятиях винодельческой промышленности. Экспонаты по основным разработкам демонстрировались на ВДНХ СССР, ВДНХ УССР, ВДНХ МССР и были отмечены дипломами и медалями, а также были представлены на ряде тематических выставок в г. Одессе и г. Кишиневе.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликована 101 научная работа, в том числе 2 брошюры, 65 статей в научно-технических журналах, сборниках и информационных изданиях центральных и республиканских издательств, 36 авторских свидетельств, создан научно-популярный кинофильм "От грозди к вину". С участием автора по представленному научному направлению выполнено и защищено семь кандидатских диссертаций.

В большей части публикаций, подготовленных в соавторстве, теоретические разработки принадлежат автору настоящей диссертации.

ции.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из четырех разделов и семи глав, содержащих 231 стр. учитываемого текстового материала, 37 рисунков, 27 таблиц, оглавления, введения, списка литературных источников и приложений на 199 стр. Библиографический список включает 420 наименований, в том числе 369 наименований на русском языке и 51 на иностранных языках.

Первый раздел охватывает материал, характеризующий современное состояние теории и практики извлечения сусла из растительного сырья, систематизацию и оценку прессов, анализ их аппаратурного оформления. Здесь указано, что существующие процессы извлечения сусла различной экстрактивности и описывающие их теории не в полной мере соответствуют требованиям полного использования сырьевых и энергетических ресурсов, что для упразднения этого недостатка необходима разработка общих научных основ процессов с учетом особенностей биологического сырья сложной структуры и оптимизации удельной мощности процесса, как основного энерго-технологического критерия.

Второй раздел диссертации посвящен разработке теории и аппаратурного воплощения предложенного пульсационно-циклического метода извлечения малоэкстрактивного сусла, сущность которого заключается в периодическом повышении давления в массе сырья, частичном разрушении сокосодержащих клеток, снятии давления, упругом расширении прессуемой массы и свободном истечении сока через каналы большого сечения, что позволяет сократить продолжительность процесса, уменьшить окисление сока (сусла), понизить удельную мощность процесса и уменьшить количество взвесей в соке (сусле). В этом разделе особое внимание уделено апробации теоретических положений на созданных прессах, работающих в промышленных линиях.

Третий раздел охватывает вопросы окончательного отжатия сусла из сырья в дожимных прессах. В нем даны основные положения новой теории фрикционно-поточного процесса прессования мезги в каналах с неподвижными и подвижными стенками, позволяющей установить взаимосвязь между максимальным давлением в прессуемой массе, начальным и конечным давлениями, производительностью, свойствами прессуемой массы, геометрическими размерами рабочего пространства и кинематическими характеристиками пресса. Уделено особое внимание внедрению основных положений теории в практику переработки растительного сырья, а именно, созданы гидравлические регуляторы к шнековым прессам, разработаны и промышленно апробированы двухсекционные и шнеково-эксцентрикковые прессы для винограда, а также шнековые безконусные прессы для переработки яблок.

Четвертый раздел посвящен разработке теории энергосберегающей технологии получения экстрактивного сока (сусла) при термовинификации в основу которого положена оптимизация процесса по удельной мощности. Практическим выходом теоретических положений явилось создание блока термовинификации, включающего разработанные в процессе исследований мезгоподогреватель с соосными паровыми рубашками и термовинификатор рекуперативного типа, новой комплексной установки для получения как малоэкстрактивного сусла, так и сусла высокой экстрактивности.

Завершает раздел глава о доминирующей роли в процессах получения сока (сусла) из сырья сложной биологической структуры последовательного извлечения сусла различной экстрактивности в зависимости от удельной мощности процесса, протекающего в определенном рабочем пространстве аппарата и об экономической эффективности результатов теоретических и экспериментальных работ, нашедших практическое применение в промышленности.

В конце первого тома диссертации приведены основные выводы

по работе и список литературных источников.

Второй том диссертации содержит положения, включающие акты испытаний, справки и акты о внедрении аппаратов в промышленность, расчеты экономической эффективности.

В диссертации обобщены результаты исследований, выполненных соискателем в период с 1966 по 1982 год, а также комплекса научных работ, выполненных под его руководством и непосредственном участии.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Увеличение выработки наиболее ценных продуктов питания, повышение их качества является важной задачей Продовольственной программы, осуществляемой в нашей стране. Отрасли пищевой промышленности, занимающиеся переработкой винограда и другого растительного сырья на соки и вина развиваются быстрыми темпами. Общее количество винограда и яблок, ежегодно поступающих на промышленную переработку, превышает десять миллионов тонн.

Теоретической базой исследований, выполненных в диссертационной работе, явились труды советских и зарубежных ученых: Б.М.Азарова, К.Г.Аверьянова, М.Амерана, В.П.Бородянского, Н.А.Буренкова, Г.Г.Валуйко, М.П.Воларовича, С.Герова, Л.Л.Гельгара, Н.М.Герсеванова, И.Ф.Гончаревича, М.Я.Дикиса, С.В.Дурмишидзе, Г.А.Ждановича, В.А.Жужикова, Т.Иванова, Н.И.Исаева, С.В.Касько, З.Н.Кишковского, М.А.Колтунова, И.В.Крючкова, Г.А.Кука, А.Н.Мальского, А.М.Маслова, С.А.Мачихина, А.Т.Марха, Б.М.Матова, В.И.Нилова, Н.В.Орешкина, А.И.Пелеева, А.А.Преображенского, Ж.Риберо-Гайона, А.Я.Соколова, В.И.Соколова, В.Н.Стабникова, А.Ф.Фан-Юнга, Б.Л.Флауменбаума, И.Г.Чумака, Г.Шенкеля, В.Н.Шувалова, З.П.Шульмана и др.

Обзор литературных источников по теории и практике извле-

чения соков из растительного сырья, систематизация и оценка процессов, анализ их аппаратного оформления, а также изучение отбора соков путем создания ряда специальных сокоотделительных установок, указывает на то, что распространенный в настоящее время метод извлечения сока (сусла) из мезги не обеспечивает условий получения малоэкстрактивного сусла, а способы отделения его в дожимных прессах и получения высокоэкстрактивных фракций путем термовинификации не полностью отвечают условиям сбережения сырьевых и энергетических ресурсов и повышения качества получаемой продукции. Теории, описывающие эти процессы, не указывают путей их коренного изменения, которые могли бы значительно повысить качество продукции.

Расширение области исследований и привлечение сведений о структуре строения ягод, плодов и сокосодержащих клеток, основных положений теории деформирования пищевых сред и основополагающих сведений технологии позволило сделать вывод о необходимости постадийного разрушения сокосодержащих клеток с одновременным отделением сока (сусла) и оптимизации удельной мощности процесса в рабочем пространстве аппарата - основного энерго-технологического критерия.

РАЗРАБОТКА НОВОГО МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ СОКА ПЕРВОГО ОТБОРА (СУСЛА-САМОТЕКА)

Разработана теория и предложен импульсно-циклический метод извлечения малоэкстрактивного сусла. Сущность нового метода заключается в периодическом повышении давления в массе сырья, частичном разрушении сокосодержащих клеток, снятии давления, упругом расширении прессуемой массы и свободном истечении сусла через большие каналы, что позволяет уменьшить окисление и снизить

количество твердых частиц, переходящих в сусло в виде взвеси. Скорость деформации и длительность процесса определяют исходя из требований к составу сусла. Осуществление процесса одновременно в большом объеме рабочего пространства позволяет снизить удельную мощность процесса.

Разрушение ягод и сокосодержащих клеток, как указывают опыты и основные положения теории деформирования, могут происходить только при наличии условий пластического течения. Пульсационно-циклический метод сжатия гроздей винограда осуществлен в призматической шахте с перфорированными стенками, одна из которых совершает колебательные перемещения относительно горизонтальной оси, расположенной внизу шахты. Удаление отжатой массы осуществляют транспортным шнеком. Производительность (Q , м³/с) аппарата определяют по формуле

$$Q = \frac{h \cdot a \cdot \kappa_0 \cdot \epsilon_n \cdot \rho_m}{\rho_v (1 - g(\epsilon_n - \epsilon_k)) (\epsilon_n - \epsilon_k) \exp \frac{W}{W_1}}, \quad (1)$$

где: h и a - определены рис. I, м; \mathcal{L} - длина щеки, м; κ_0 - константа максимальной скорости изменения суслосодержания ϵ , с⁻¹, определяемая по экспериментальной кривой; ϵ_n и ϵ_k - начальное и конечное суслосодержание; ρ_v и ρ_m - плотность винограда и отжатой массы, кг/м³; g - относительное содержание условно сухой массы; W и W_1 - оптимальная и действительная удельные мощности процесса, кВт/кг.

Производительность прямо пропорциональна геометрическим размерам рабочего пространства пресса, константе максимальной скорости суслоотделения, зависит от начального и конечного суслосодержания, плотности винограда и выжимок и обратно пропорциональна экспоненциальному множителю $e^{\frac{W}{W_1}}$, то есть возрастает с

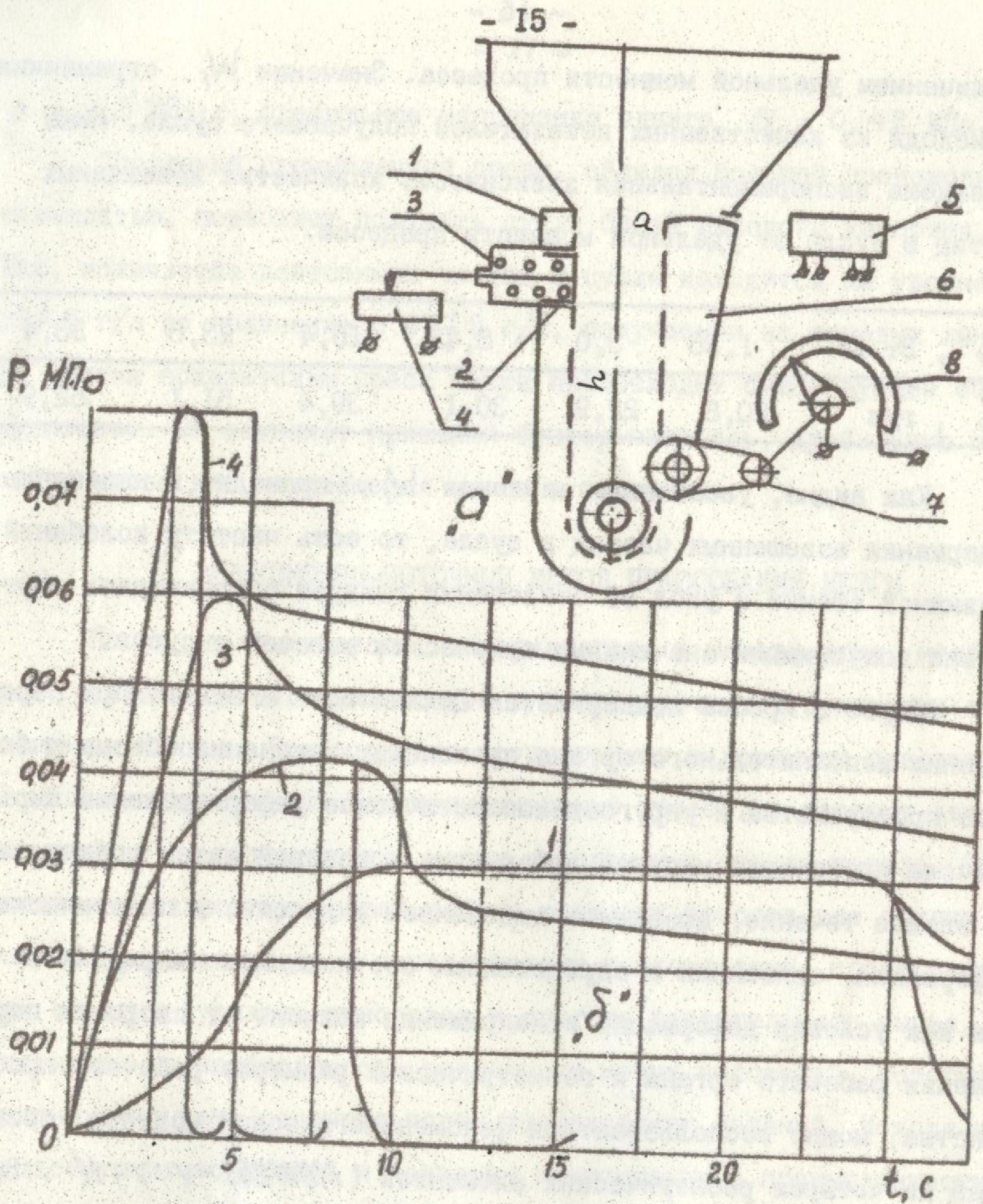


Рис. I. Исследование зависимости напряжений от деформаций в щековом прессе ВПГ-30.

"а" - схема расположения первичных преобразователей: 1 - неподвижная щека, 2 - стакан, 3 - пружина, 4 - реостат, 5 - осциллограф, 6 - щека поворотная, 7 - механическая передача, 8 - реостат; "б" - экспериментальная зависимость напряжения в прессуемой массе от частоты колебаний щеки: 1 - при 2 мин⁻¹, 2 - при 4 мин⁻¹, 3 - при 8 мин⁻¹, 4 - при 14 мин⁻¹.

увеличением удельной мощности процесса. Значение W_1 ограничивают исходя из качественных показателей получаемого сусла. Ниже приведена экспериментальная зависимость количества взвешенных частиц в сусле от удельной мощности процесса.

W_1 , Вт/кг	1,38	3,0	8,42	15,4	23,8	33,4
B_1 , г/л	20,8	22,9	30,1	39,4	51,1	62,9

Как видно, увеличение значения W_1 приводит к изменению содержания взвешенных частиц в сусле, то есть частоту колебаний подвижной стенки и угол её отклонения следует ограничивать предельно допустимыми значениями количества взвесей в сусле.

Сырье в прессе подвергается циклическим сжатиям. При перемещении исполнительного органа происходит изменение объема рабочего пространства и упруговязкопластическое деформирование сырья. Сначала происходит упругая деформация к которой затем добавляется вязкое течение, вызванное выделением жидкости, и пластическая деформация, связанная с определенным соотношением напряжений. Так как условия деформации и напряжения зависят от скорости перемещения рабочего органа и геометрических размеров рабочего пространства, можно воспользоваться феноменологической моделью, состоящей из четырех реологических элементов ($HNINIS\dot{\epsilon}-V$)- N . Входящие в модель значения модулей упругости, вязкости и предельного напряжения сдвига являются приведенными величинами и характеризуют деформацию всей системы.

Рассматриваемая система при коэффициенте вариации не превышающем 10% следует расчетной кривой, построенной по реологическому уравнению. При доверительных ошибке 0,1 и вероятности 0,95 значения приведенных параметров соответственно равны: модули упругости $E_1 = 1,44$ МПа, $E_2 = 0,858$ МПа, динамическая вязкость

$\rho = 1,5$ МПа·с, предельное напряжение сдвига $\sigma_0 = 0,43$ МПа.

Созданный промышленный пресс, обладая большой производительностью, позволяет получать сусло более высокого качества. Так, количество взвешенных частиц в сусле находится на уровне 38 ± 5 г/л по сравнению с 67 ± 5 г/л, получаемом на типовых линиях. По другим показателям пресс также превосходит существующее оборудование. Он заменяет приемный бункер-питатель, дробильную машину, насос для перемещения мезги и стекатель.

ФРИКЦИОННО-ПОТОЧНЫЙ МЕТОД ПРЕССОВАНИЯ МЕЗГИ

После удаления сусла, содержащегося в мякоти ягод, необходимо извлечь сусло, заключенное в более прочных структурных образованиях ягод. Эту операцию осуществляют в дожимных прессах. Наибольшее применение получили шнековые прессы, в которых давление создается путем трения массы о подвижную стенку канала. Сопоставление известных теорий работы шнековых прессов для других отраслей промышленности с конструкциями и процессами, происходящими при отжатии сусла из винограда и другого растительного сырья, указывает на необходимость разработки новых положений, которые должны учитывать основные черты происходящих явлений. Исходя из существующих воззрений и изучения применяемых в промышленности прессов, разработана теория фрикционно-поточного метода прессования, в основу которой положено представление о мезге как сжатом упругом теле, испытывающем внешнее трение о подвижную и неподвижные стенки открытого с двух концов рабочего канала, который может иметь различную форму, в том числе и форму винтовой полости. Внешнее трение рассмотрено как пластическое течение, описываемое реологическим телом Сен-Венана. Прессуемое тело способно передавать напряжение при коэффициенте бокового давления ξ (Рис.2).

Прессы для переработки винограда тихоходные, поэтому массо-

к. 014211

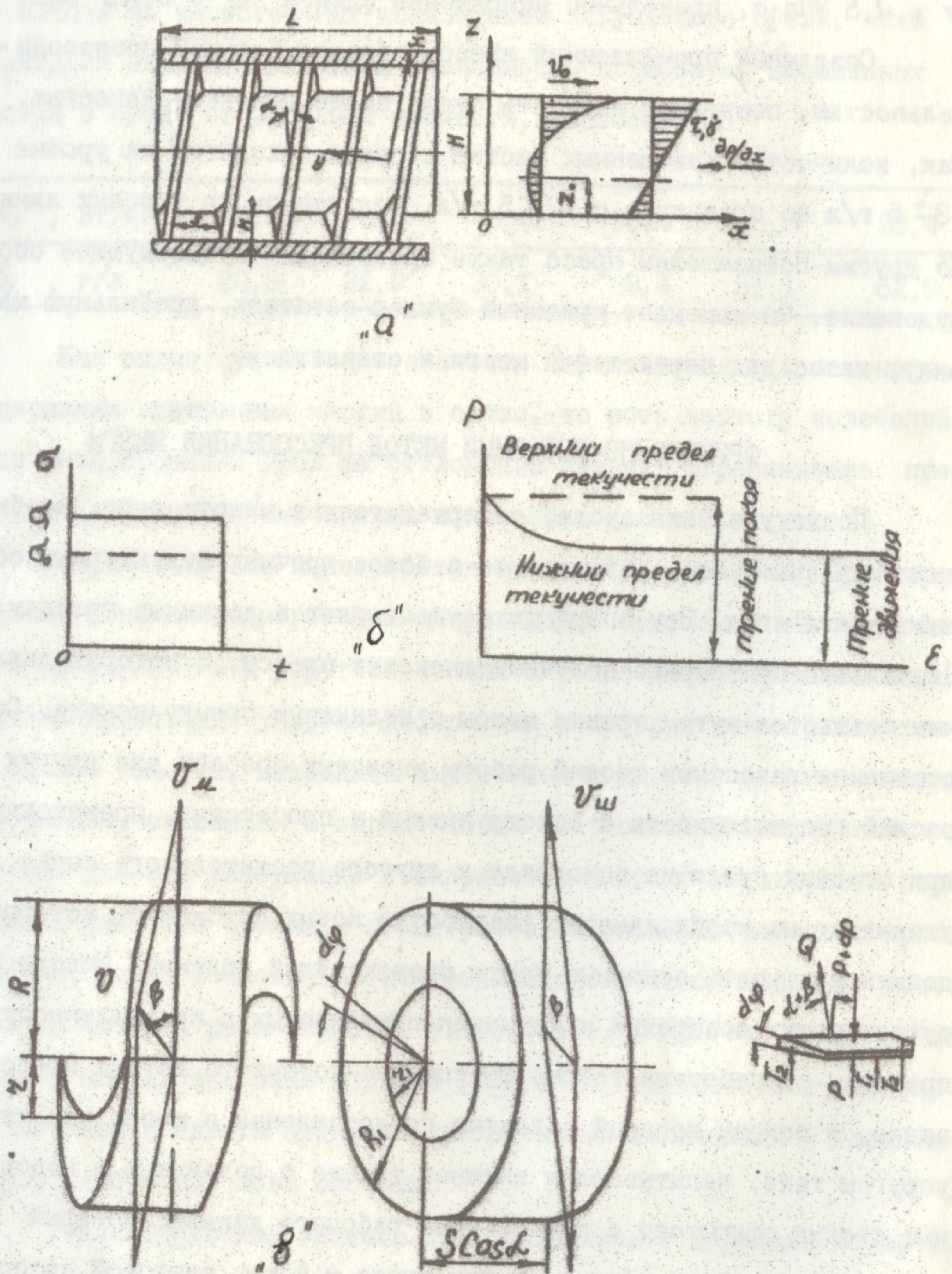


Рис.2. Схематические модели шнекового механизма.

"a" - плоская модель для условий простого сдвига; "б" - график деформирования тела Сен-Венана при ступенчатой нагрузке; "в" - цилиндрическая модель витка шнека.

выми силами, играющими второстепенную роль, можно пренебречь. Делается допущение, что силы трения равномерно распределены по контуру элементарного объема мезги, а давление в мезге одинаково во всех точках поперечного сечения канала. У входа в канал давление P_1 . Полагая, что коэффициенты трения, бокового давления, геометрические размеры канала и угол β отклонения направления движения мезги от тангенциального остаются постоянными, получена зависимость давления P_2 в канале от его длины φ .

$$P_2 = P_1 \exp A \varphi,$$

где

$$A = \frac{2\xi}{R^2 - r^2} (f_2 R^2 \cos(\alpha + \beta) - f_1 r^2 - \frac{2}{3} f_1 \frac{R^3 - r^3}{S \cos \alpha}) \quad (2)$$

Здесь f_1 и f_2 - коэффициенты трения о гладкую и перфорированную поверхности; R_1 , r и α - геометрические размеры шнека. Угол связан с коэффициентом подачи q уравнением

$$\cos \beta = (1 + (\operatorname{tg} \alpha \frac{q}{1-q})^2)^{-\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Начальный виток шнека работает в иных условиях чем промежуточный. Ширина канала B - величина переменная. $B = \varphi \operatorname{tg} \alpha$. Коэффициент трения мезги о мезгу обозначен f_3 . По описанной выше методике получено уравнение для изменения давления P_1 при начальном давлении P_0 .

$$P_1 = P_0 \exp \left(\frac{\xi}{R^2 - r^2} ((f_2 - f_3) R^2 \cos(\alpha + \beta) - f_1 r^2) \varphi \right) \quad (4)$$

Последний виток шнекового механизма также находится в условиях, отличающихся от промежуточного. С учетом прежних допущений получена зависимость давления P от длины витка φ .

$$P = P_2 \exp \left(\frac{2\xi}{R^2 - r^2} (f_2 R^2 \cos(\alpha + \beta) - f_1 r^2) \varphi - \frac{2\xi (R^3 - r^3)}{3(R^2 - r^2) R \operatorname{tg} \alpha} (f_3 - f_1) \ln \left(1 + \frac{\varphi}{2\xi} \right) \right) \quad (5)$$

Эффективность по развиваемому давлению первого витка выше промежуточного в 2,1 раза, а последнего - в 3,2 раза. Во все полученные формулы входит коэффициент подачи η , от которого зависит давление, производительность и мощность. При переходе от коэффициента изменения давления последнего витка и коэффициента подачи к давлению p и производительности Q получены расходно-напорные характеристики активной зоны шнекового пресса, которые в координатах $Q-p$ представляют ряд кривых, смещенных по оси Q на отрезки, линейно связанные с частотой вращения шнека. При увеличении начального давления характеристические кривые смещаются вправо (рис.3).

Производительность пассивной зоны фрикционно-поточного канала зависит от разности давлений в начале и в конце предконусной камеры и от сопротивления, оказываемого рабочим каналом.

Зависимость изменения давления p_x в предконусной камере характеризуется зависимостью

$$p_x = p \exp\left(-2\xi\left(\frac{f_2}{R-r} + \frac{f_3}{2\pi(R+r)}\right)x\right) \quad (6)$$

Давление в конце камеры p_x получают при замене x на l - длину камеры. Характеристики пассивной зоны получают при постоянном сопротивлении предконусной камеры, различных значениях избыточного давления и угловых скоростей шнека. Путем совместного решения уравнений, характеризующих работу активной и пассивной зон фрикционно-поточного канала находят положение рабочей точки, определяющей производительность, частоту вращения шнека, начальное и конечное давления и удельную мощность процесса. На рис.3 приведены зависимости $Q-p$ шнекового пресса.

При последовательном расположении шнековых механизмов происходит их взаимодействие. Транспортный шнек развивает начальное давление, которое использует прессующий шнек. Прессующий шнек в

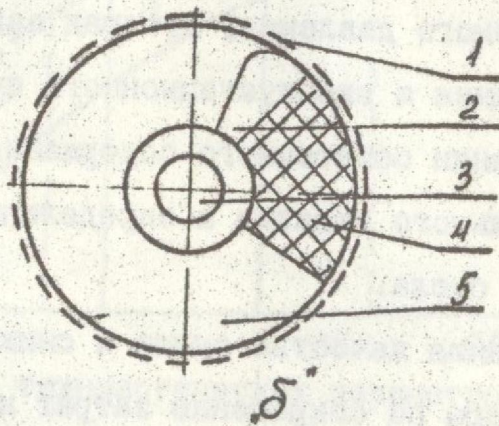
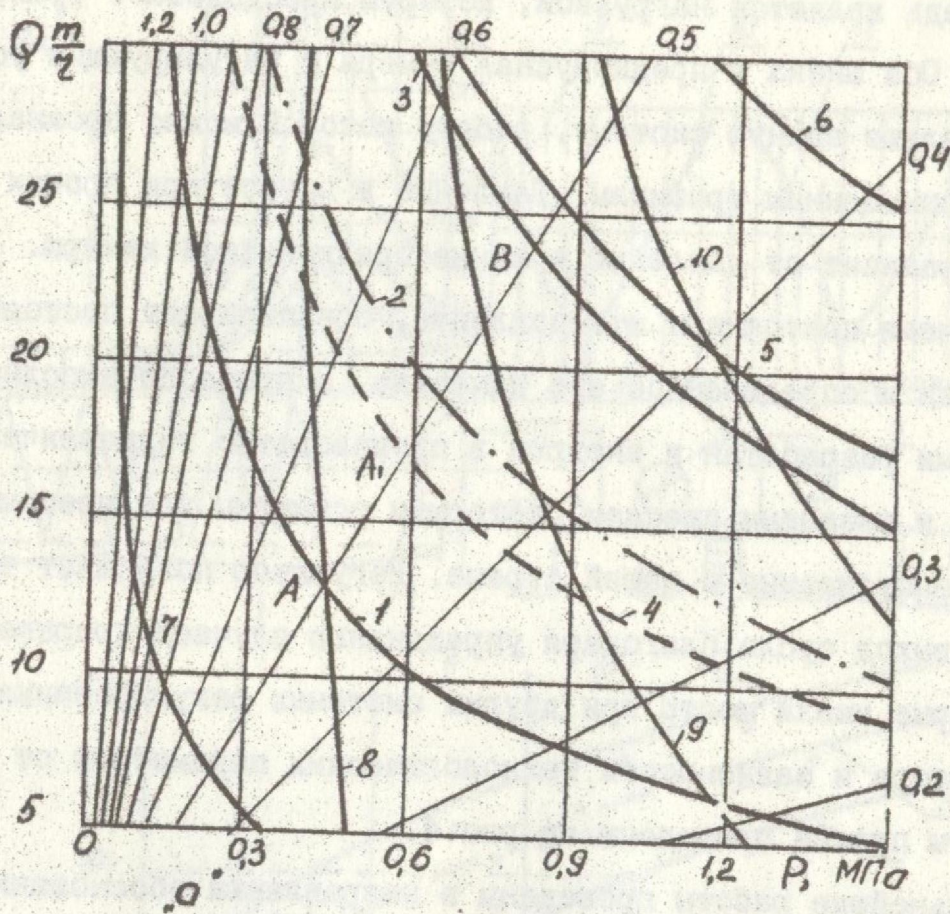


Рис. 3. Зависимость производительности от давления.

"а" - линии постоянной мощности на графике $Q=f(p)$: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 - расходно-напорные характеристики при $n = 1; 2; 3; 1; 2; 2, 5; 0, 5$ об/мин и $p_0 = 0, 2; 0, 2; 0, 2; 0, 4; 0, 4; 0, 5; 0, 1$ МПа; 8 - $W = 0, 95$ А при $p_0 = 0, 2$ МПа; 9 - $W = 5$ А при $p_0 = 0, 2$ МПа; 10 - $W = 0, 4$ А при $p_0 = 0, 4$ МПа. "б" - сечение пресса в конце прессующего шнека: 1 - цилиндр; 2 - винтовая лопасть; 3 - вал; 4 - полоса мезги сечением F_3 ; 5 - поверхность трения F_4 .

свою очередь является нагрузкой, которую преодолевает транспортный шнек. Оба шнека и предконусная камера с регулирующим устройством составляют единую систему, работу которой можно проанализировать по совмещенным графикам. Давление в прессе при прочих равных условиях зависит от давления в конце предконусной камеры. Задавая и поддерживая постоянным это давление, обеспечивают постоянный выход сусла и определенное его качество. В процессе выполнения работы нами разработан и внедрен в производство гидравлический регулятор к шнековым прессам, которыми оснащены все прессы, работающие и выпускаемые в нашей стране. Регулятор позволяет также повысить выход сусла благодаря упразднению случаев прорыва "пробки", которые имели место при других системах регулирования. Схема регулятора и зависимость технологических параметров от режимов работы прессы приведены на рис.4.

Дальнейшие работы проведены в направлении обоснования выбора величины задаваемого давления, которая зависит от типа сырья, степени его созревания и эксплуатационного состояния прессы. Разработаны методы оценки остаточного содержания сусла в выжимках путем их дополнительного отжатия и определения относительной электропроводности сусла.

Пути улучшения качества сусла и снижения удельных затрат энергии являются меры по сокращению затрат на внешнее и внутреннее трение мезги. Это может быть достигнуто за счет повышения коэффициента подачи и снижения частоты вращения шнеков.

Пассивная зона современных прессов в основном служит для снижения давления в прессуемой массе за счет сил трения. Сусло на этом участке прессы почти не выделяется. Анализ формул изменения давления вдоль винтового канала указывает, что при определенном соотношении геометрических размеров канала и коэффициентов трения шнековый механизм может работать как устройство для пони-

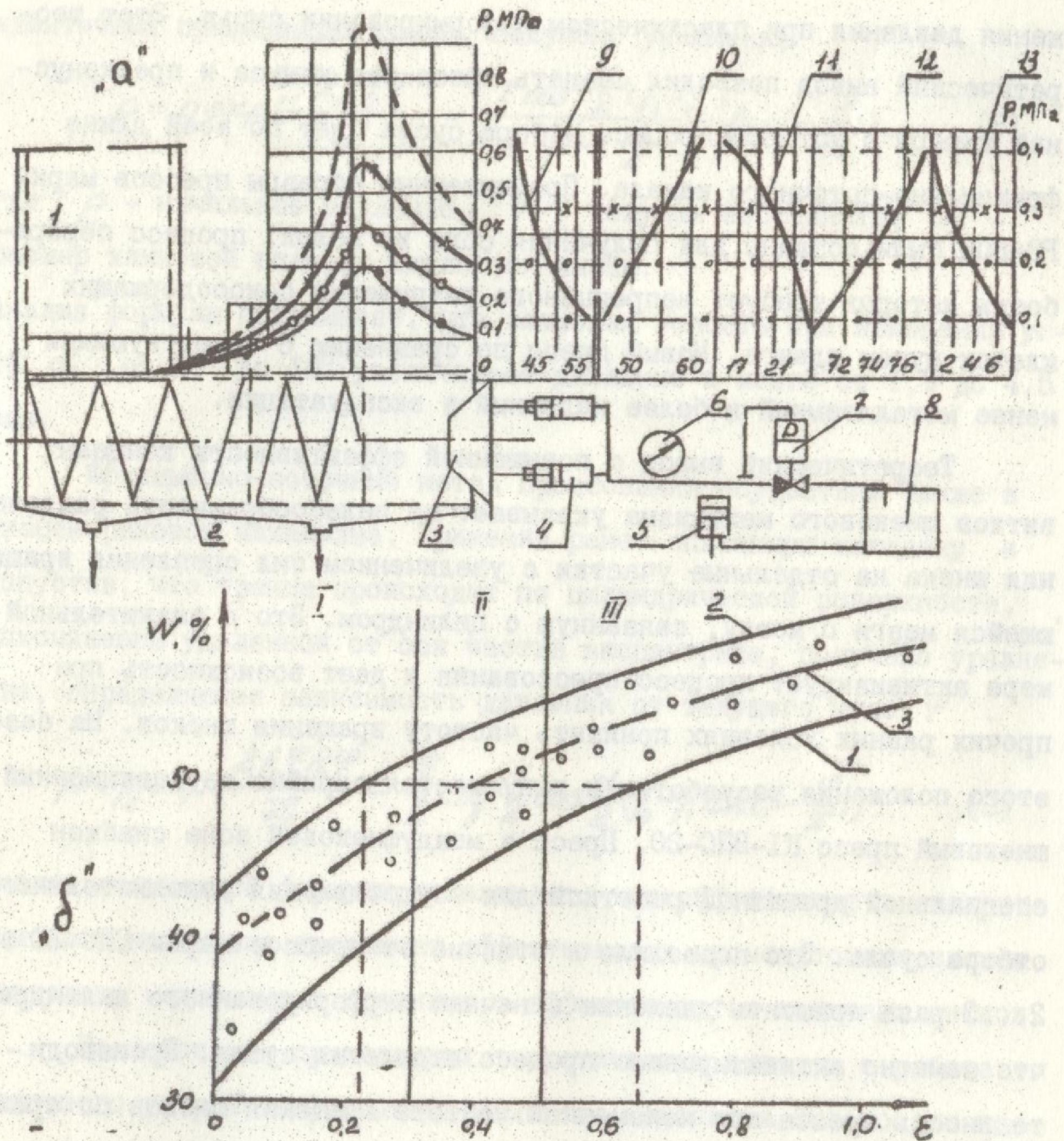


Рис.4. Зависимости технологических параметров от режимов работы пресса.

"а" - схема гидрорегулятора и зависимости давления в прессе, влажности выжимок - 9, выхода сусла-самотека - 10, прессового сусла - 11, общей фракции - 12 и потерь сусла с выжимками от давления P_k : 1 - стекатель, 2 - пресс, 3 - конус, 4 - гидроцилиндр, 5 - насос, 6 - манометр, 7 - клапан, 8 - резервуар. "б" - зависимость влажности выжимок от суслосодержания: 1 - 2 - расчетные кривые при различных влажностях и содержании кожицы, семян, остатков гребней, 3 - экспериментальная зависимость, I, II, III - зоны тяжелого, нормального и облегченного режимов прессования.

жения давления при пластическом деформировании сырья. Этот теоретический вывод позволил создать пресс без конуса и предконусной камеры в котором процесс отбора сусла идет по всей длине фрикционно-поточного канала. Промышленные образцы прессов марки РЗ-ВПЦ были созданы для получения сока из яблок, процесс переработки которых требует непрерывного разрушения сокосодержащих клеток путем сдвига. Новый пресс по сравнению с существующими менее металлоемкий и более надежный в эксплуатации.

Теоретический вывод о повышенной эффективности концевых витков шнекового механизма указывает на целесообразность разделения шнека на отдельные участки с увеличением сил сцепления вращающейся мезги о мезгу, связанную с цилиндром. Это в значительной мере активизирует процесс прессования и дает возможность при прочих равных условиях понизить частоту вращения шнеков. На базе этого положения разработан и выпускается серийно двухсекционный шнековый пресс КИ-ВПС-20. Пресс в междушнековой зоне снабжен специальной дренажной решеткой для осуществления дополнительного отбора сусла. Это позволило в отличие от прессов марки ВПО-20 в 2...3 раза повысить давление в начале перфорированного цилиндра, что заметно активизировало процесс отделения сусла. Производительность прессы при неизменной частоте вращения шнеков по сравнению с базовым прессом возросла в два раза.

Как показывает теоретический анализ, фрикционно-поточный метод прессования может быть осуществлен не только в шнековом механизме, но и в аппаратах других типов. Криволинейный фрикционно-поточный канал был образован поверхностью цилиндра, охватывающего шнек, и поверхностью, выполненной по архимедовой спирали. При выводе зависимости изменения давления вдоль винтового канала криволинейный канал заменен прямолинейным с длиной средней линии l и углом при вершине α . При использовании предпосылок,

идентичных примененным ранее, получено уравнение

$$p = p_H \exp\left(-\frac{2f_3 \xi \varphi}{L} - \frac{\xi \cos^2 \frac{\alpha}{2} (f_3 - f_1)}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \ln\left(1 - \frac{\varphi}{\varphi_0}\right)\right), \quad (7)$$

где p_H - начальное давление; φ - текущая координата; L - размер клиновой полоски вдоль оси шнека.

Анализ формулы показывает, что клиновая полость при изменении угла α от 20° до 10° увеличивает давление в мезге от 1,9 до 4,5 раз.

Фрикционно-поточный метод прессования осуществим также в эксцентриковом механизме. Применяв ранее описанную методику и допустив, что трение происходит по цилиндрической поверхности, описываемой удаленной от оси частью эксцентрика, получено уравнение, определяющее зависимость давления от текущего угла φ .

$$p = p_0 \exp\left(\frac{2f_3 \xi R \varphi}{L} - \frac{\xi}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} (f_3 - f_1) \ln\left(1 - \frac{\varphi}{\varphi_0}\right)\right) \quad (8)$$

Анализ полученной формулы показывает, что эффективность эксцентрикового механизма превышает эффективность промежуточных витков шнекового механизма и сравнима с эффективностью концевых витков.

На основании приведенных теоретических выводов о работе клинового устройства и эксцентрикового механизма был создан шнеково-эксцентриковый пресс, технологические и энергетические показатели которого превосходят показатели существующих прессов. Среднее количество взвешенных в сусле частиц снижено со 110 до 70 г/л. Опытные шнеково-эксцентриковые прессы производительностью 20 т/ч работают в промышленных линиях.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКТИВНОГО СУСЛА

Приготовление столовых экстрактивных вин и соков, белых и

красных крепленых вин, портвейнов, специальных типов вин, таких как Мадера, Марсала и других, требует получения сусла повышенной экстрактивности, содержащего вещества, заключенные в прочных клетках, прилежащих к поверхностным слоям кожицы. Одним из прогрессивных способов получения такого сусла является тепловая обработка мезги.

Понятие удельной мощности процесса, протекающего в рабочем пространстве аппарата, может быть распространено и на тепловые и механические процессы, происходящие при обработке мезги.

Исходными предпосылками разработки энергосберегающей технологии получения высокоэкстрактивного сусла явились положения о необходимости нагрева только твердых частиц мезги, о гидромеханических воздействиях, активизирующих процесс извлечения полезных веществ, а также положение о необходимости сохранения ферментных систем в получаемом сусле.

Поставленная цель достигнута разработкой термогидромеханического способа обработки мезги, сущность которого заключена в том, что контакт между потоками свежей и термообработанной мезги осуществлен в противотоке через фильтрующую перегородку, обеспечивающую переход сусла из одного потока мезги в другой, а также путем снижения уровня локальных значений удельной мощности процесса у контактных поверхностей теплообменника.

Технологический цикл термообработки твердых частей мезги заключается в предварительном нагреве их путем введения в мезгу горячего сусла, нагреве в контактном теплообменнике и охлаждении путем введения в мезгу холодного сусла.

При исследовании тепломассообменных процессов рассмотрены потоки холодной мезги G_1 , горячей мезги G_2 , холодного и горячего сусла через фильтрующую перегородку соответственно G_{12} и G_{21} , охлажденной мезги G_3 , отношения потоков $\frac{G_{12}}{G_1} = m_1$,

$\frac{G_{21}}{G_1} = m_2$ и $\frac{G_2}{G_1} = n$, а также коэффициент регенерации тепла ε .

Анализ математической модели процесса, при учете особенностей его реализации показывает, что через фильтрующую перегородку должны проходить потоки сусла $G_{12} = G_{21} = G_1$. При этом коэффициент регенерации тепла $\varepsilon = 0,35$.

Исследование геометрических, кинематических и энергетических параметров аппарата в сочетании с протекающим в нем процессом было осуществлено путем применения феноменологической модели, состоящей из последовательно соединенных реологических тел Гука и Ньютона (механическая модель тела Максвелла). На основании опытов, проведенных на опытно-промышленной установке, показана адекватность модели и получены приведенные значения упругости и вязкости системы аппарат-среда. При надежности 0,95 эти величины соответственно равны $E = 1,2$ МПа и $\eta = 0,065$ МПа с. Можно считать, что истинное значение упругости системы заключено в интервале (1,1 ... 1,3 МПа) и вязкости - в интервале (0,06...0,07 с). Относительная погрешность этих величин $\pm 8\%$.

С целью уменьшения локальных значений удельной мощности процесса нагрева мезги предложен, исследован и внедрен в производство мезгоподогреватель ВПМ-20. На основании анализа процесса по экономии энергии при нагревании и охлаждении мезги, а также принимая во внимание технологические параметры и значение удельной мощности процесса, разработана промышленная установка для получения экстрактивного сусла производительностью 20 т/ч. При подаче мезги в смеситель-винникатор давление в его камерах изменяется по периодическому закону.

Режимы термовинификации оказывают влияние на качественные показатели сусла и вина. Установка позволяет получать вина высокого качества при пониженных затратах ручного труда и энергетических ресурсов. Зависимости приведенные на рис.5 дают пред-

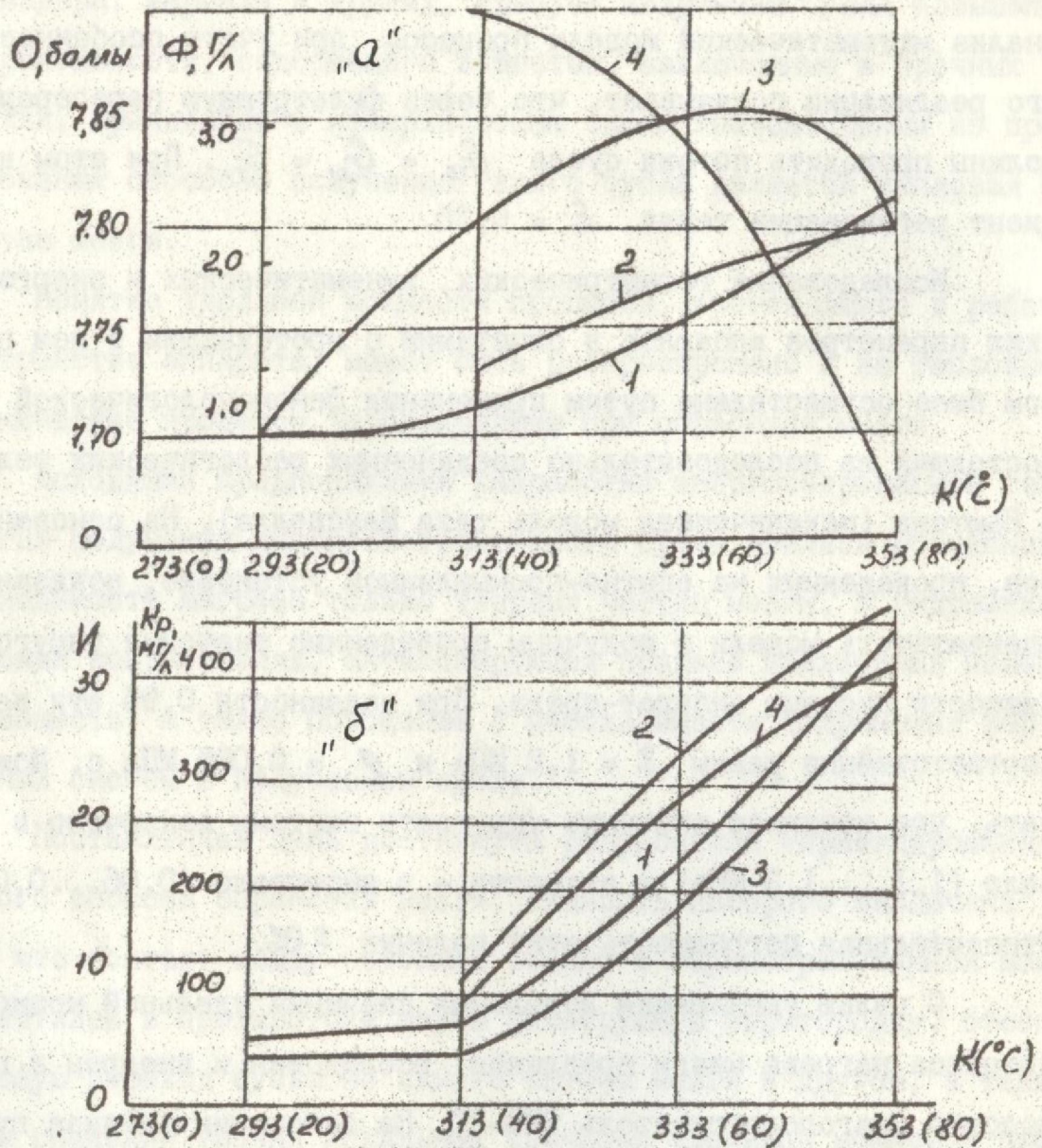


Рис.5. Зависимость технологических параметров сусла от режима обработки мезги.

"а" - : 1 - изменение содержания фенольных веществ при воздействии температуры; 2 - изменение содержания фенольных веществ при воздействии температуры и ВСВ-20; 3 - дегустационная оценка вин, полученных из сусла при воздействии температуры; 4 - дегустационная оценка при воздействии температуры и ВСВ-20 (без учета окрашенности). "б" - : 1 - изменение содержания красящих веществ при воздействии температуры; 2 - изменение содержания красящих веществ при воздействии температуры и ВСВ-20; 3 - изменение интенсивности окраски под воздействием температуры; 4 - изменение интенсивности окраски при воздействии температуры и ВСВ-20.

ставление об изменении технологических параметров от режимов термовинификации. Комплексное использование теоретических положений, развитых в диссертации, было осуществлено путем объединения в одной установке пульсационно-циклического метода отбора сусла из гроздей винограда, термогидромеханического способа обработки мезги и фрикционно-поточного метода прессования. На установке последовательно отбирают сусло по составу наиболее пригодное для приготовления легких столовых и шампанских вин и сусло, предназначенное для экстрактивных вин. При этом достигнута высокая производительность, хорошее качество получаемой продукции, более полное использование сырья и сбережение энергоресурсов.

Промышленная линия термовинификации и комплексная установка для переработки винограда приняты к использованию в промышленном производстве.

ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО И ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВЫХ АППАРАТОВ

№ № п/п	Наименование аппарата и № а.с.	Где внедрено, годы	Коли- чест- во	Эконом. эффект на 1 шт. тыс. руб.
1	2	3	4	5
1.	Колонные стекатели ВСФ-1, УССР, РСФСР ВФС-2, "Крым", а.с.216586	1965...1975	262	5,73
2.	Щековый пресс ВПГ-30, а.с.364666, 721485	"Молдвинпром" 1980...1981	5	26,1
3.	Гидрорегулятор ГРД-3, а.с. 152796	Симферопольский, Тбилисский, Не- жинский машза- воды Минлегпи- цемаша СССР 1965...1980	12834	1,38

1	2	3	4	5
4.	Пресс К1-ВПС-20 а.с.4200663,503899	Симферопольский машиностроитель- ный завод "Винмаш" Минлег- пищемаша СССР	107	1,8
5.	Шнеково-эксцентрико- вый пресс, а.с.797909, 658166	Тбилисское про- изводственное объединение "Грузвинмаш" 1980...1981	15	7,55
6.	Мезгоподогреватель ВПМ-20, а.с.139643	Нежинский машза- вод Минлегпище- маша СССР	112	0,56
7.	Линия красных вин, а.с.139643,700541	"Молдвинпром", винзавод "Карпи- нены", 1981	1	44,1
8.	Комплексная установка, а.с. 3221083	"Молдвинпром", винзавод "Леуше- ны", 1981	1	74,0

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1. Разработаны научные основы постадийного извлечения соков различного состава из винограда и другого растительного сырья сложной биологической структуры явившиеся базой для создания новых промышленных процессов и аппаратов, а именно: процесса извлечения сока (сусла) для легких столовых вин, процессов получения сусла второго отбора и процессов получения высоко-экстрактивного сусла, а также новых аппаратов для их осуществления.
2. Предложен, а также теоретически и экспериментально обоснован, энерготехнологический критерий процесса сокоотделения - удель-

- ная мощность в рабочем пространстве аппарата, характеризующий качество сока и степень совершенства технологического оборудования. Установлены качественные и количественные зависимости этого критерия на различных стадиях переработки сырья.
3. Разработана теория пульсационно-циклического метода извлечения сока (сусла) первого отбора, заключающегося в применении следующих друг за другом циклов, включающих кратковременное повышение давления в сырье, частичное разрушение сокосодержащих оболочек при оптимальном значении удельной мощности, упругое расширение сырья, свободное истечение сока через большие каналы.
 4. Предложен, разработан и внедрен в промышленное производство новый тип пресса для извлечения сусла из гроздей винограда предназначенного для легких столовых и шампанских вин и соков (марки ВПГ-30).
 5. Предложен и применен для анализа пульсационно-циклического процесса прессования сырья вариант четырехэлементной феноменологической модели системы аппарат - среда, которая позволила теоретически обосновать и раскрыть физическую сущность связи удельной мощности процесса и качества получаемого сока.
 6. Разработана теория фрикционно-поточного метода прессования при получении сусла второго отбора, в основу которой положена модель упругого тела, испытывающего при движении внешнее сопротивление, описываемое реологической моделью Сен-Венана.
 7. Теоретическим путем получены уравнения зависимости производительности шнекового пресса от его геометрических и кинематических параметров, начального и конечного давлений, физико-механических свойств прессуемой массы и удельной мощности процесса, которые позволили обосновать выбор рациональных режимов работы оборудования и наметить пути усовершенствования

- конструкции фрикционно-поточных прессов.
8. Созданы, исследованы и внедрены в промышленность устройства для установки и поддержания определенных режимов работы шнековых прессов. Базой для разработки таких устройств явилось теоретическое положение о необходимости стабилизации давления в конце фрикционно-поточного канала. Устройства нашли массовое применение на винодельческих и консервных заводах страны.
 9. Теоретический вывод о повышенной эффективности концевых витков шнека позволил предложить, разработать и внедрить в промышленность двухсекционный шнековый пресс (марки К1-ВПС-20).
 10. На базе теоретического вывода о возможности создания шнекового механизма, понижающего давление в прессуемой массе, создан и внедрен в производство безконусный пресс для прессования яблок (марки РЗ-ВПС). Пресс позволяет осуществить кроме сжатия пластическое течение определенной интенсивности, что необходимо для разрушения сокодержательных клеток.
 11. Развитием теории фрикционно-поточного метода прессования явилось описание процесса изменения давления в клиновой и эксцентриковой полостях, а практическим подтверждением полученных зависимостей - разработка нового шнеково-эксцентрикового пресса.
 12. Теоретическое положение об оптимизации удельной мощности процесса в рабочем пространстве аппарата было перенесено на способ термовинификации, применяемый при получении сусла высокой экстрактивности. Итогом явилась разработка теории импульсного гидротермического метода обработки мезги, которая нашла применение в разработке и промышленном применении блока термовинификации, главными узлами которого являются новый мезгоподогреватель (марки ВПМ-20) и смеситель-винификатор.
 13. Последовательное применение к сырью пульсационно-циклического

и гидротермического методов позволили создать комплексную установку для получения легких столовых и шампанских вин, а также высокоэкстрактивных вин. В этой установке реализованы положения о сбережении сырьевых и энергетических ресурсов.

14. Широкая промышленная реализация теоретических положений и данные эксплуатации новых процессов и аппаратов в различных климатических зонах нашей страны подтверждает правильность научных положений. Реальная экономия от работающих аппаратов составляет более 10 млн. рублей.

Основные положения диссертации опубликованы
в следующих работах

1. А.с. 139643 (СССР). Аппарат для термической обработки виноградной мезги в потоке. /А.А.Преображенский, Д.М.Белогуров, А.В.Иваненко, Д.А.Моисеенко. Оpubл. в Б.И., 1961, № 14.
2. А.с. 152796 (СССР). Гидрорегулятор для виноградных прессов. /А.А.Преображенский, А.В.Иваненко, Д.М.Белогуров, О.В.Накопечный. - Оpubл. в Б.И., 1964, № 22.
3. А.с. 175394 (СССР). Пресс. /А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1965, № 19.
4. А.с. 175470 (СССР). Устройство для сбраживания сусла на мезге в потоке. /А.А.Преображенский, Д.М.Белогуров, Д.А.Моисеенко, А.В.Иваненко, В.Я.Берль, В.П.Терещенко. - Оpubл. в Б.И., 1965, № 20.
5. А.с. 192147 (СССР). Стекатель. /Ш.Г.Китовани, А.А.Преображенский, А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1967, № 5.
6. А.с. 216586 (СССР). Устройство для отделения сусла от мезги. /А.А.Преображенский, А.В.Иваненко, Д.А.Моисеенко и др. - Оpubл. в Б.И., 1968, № 15.
7. А.с. 224183 (СССР). Гидрорегулятор давления. /А.В.Иваненко, А.А.Преображенский, Д.А.Моисеенко. - Оpubл. в Б.И., 1968, № 25.

8. А.с. 234145 (СССР). Пресс для виноградной мезги. /А.А.Преображенский, А.С.Сергеев, Д.А.Моисеенко, А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1968, № 3.
9. А.с. 248495 (СССР). Пресс для виноградной мезги. /А.В.Иваненко, А.А.Преображенский, Б.Ф.Бурдо, В.Н.Наконечный. - Оpubл. в Б.И., 1969, № 23.
10. А.с. 255163 (СССР). Устройство для отделения сусла от мезги. /Д.А.Моисеенко, А.А.Преображенский, П.Г.Клевцов, В.В.Ваврищук, В.А.Медведев, А.С.Сергеев, А.Н.Горохов, А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1969, № 33.
11. А.с. 297671 (СССР). Шнековый пресс. /А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1971, № 10.
12. А.с. 315161 (СССР). Регулятор давления. /А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1971, № 28.
13. А.с. 319637 (СССР). Стекатель. /А.В.Иваненко, С.В.Касько, Б.Ф.Бурдо и др. - Оpubл. в Б.И., 1971, № 33.
14. А.с. 364666 (СССР). Устройство для отделения сусла от винограда. /А.В.Иваненко, С.В.Касько. - Оpubл. в Б.И., 1973, № 5.
15. А.с. 379408 (СССР). Гидрорегулятор давления к шнековым прессам для извлечения сусла из плодово-ягодной мезги. /В.Н.Наконечный, А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1973, № 20.
16. А.с. 380487 (СССР). Гидрорегулятор давления. /А.В.Иваненко, С.В.Касько. - Оpubл. в Б.И., 1973, № 21.
17. А.с. 380705 (СССР). Гидрорегулятор давления к шнековым прессам, предназначенным для извлечения сусла из плодово-ягодной мезги. /В.Н.Наконечный, А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1973, № 21.
18. А.с. 391167 (СССР). Устройство для отделения сусла от мезги. /В.Н.Наконечный, А.В.Иваненко, А.Я.Татарчук. - Оpubл. в Б.И., 1973, № 31.

19. А.с. 420662 (СССР). Пресс непрерывного действия для плодово-ягодного сырья. /В.Н.Наконечный, А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1974, № II.
20. А.с. 420663 (СССР). Устройство для извлечения сока из плодово-ягодного сырья. /А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1974, № II.
21. А.с. 420664 (СССР). Пресс непрерывного действия для извлечения сока из плодово-ягодного сырья. /А.В.Иваненко, А.С.Сергеев, А.Д.Морозов, А.О.Ананьева. - Оpubл. в Б.И., 1974, № II.
22. А.с. 435269 (СССР). Пресс непрерывного действия для извлечения сока из плодово-ягодного сырья. /А.В.Иваненко, А.С.Сергеев. - Оpubл. в Б.И., 1974, № 25.
23. А.с. 503899 (СССР). Пресс для извлечения сока из плодово-ягодного сырья. /А.В.Иваненко, А.С.Сергеев. - Оpubл. в Б.И., 1976, № 7.
24. А.с. 582993 (СССР). Система управления шнекового пресса. /А.А.Галиулин, А.В.Иваненко, В.А.Долгозвяг. - Оpubл. в Б.И., 1977, № 45.
25. А.с. 589001 (СССР). Способ экстракции из мезги дубильных, красящих и других экстрактивных веществ. /А.В.Иваненко, С.В.Касько, К.Ф.Бодян и др. - Оpubл. в Б.И., 1978, № 3.
26. А.с. 658166 (СССР). Устройство для извлечения сусла из виноградной мезги. /А.В.Иваненко, А.Н.Китиашвили. - Оpubл. в Б.И., 1979, № 15.
27. А.с. 662367 (СССР). Автоматическая система управления шнекового пресса. /А.А.Галиулин, В.А.Долгозвяг, А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1979, № 18.
28. А.с. 670869 (СССР). Кондуктометр. /А.А.Галиулин, В.А.Долгозвяг, А.В.Иваненко. - Оpubл. в Б.И., 1979, № 24.
29. А.с. 700541 (СССР). Смеситель-винификатор. /А.В.Иваненко, С.В.Касько, К.Ф.Бодян и др. - Оpubл. в Б.И., 1979, № 44.

30. А.с. 721485 (СССР). Способ отделения сусла из винограда и устройство для его осуществления. /А.В.Иваненко, С.В.Касько, Ю.Н.Ртищев. - Оpubл. в Б.И., 1980, № 10.
31. А.с. 739093 (СССР). Способ производства вин. /А.В.Иваненко, С.В.Касько, К.Ф.Бодян и др. - Оpubл. в Б.И., 1980, № 21.
32. А.с. 797909 (СССР). Пресс для плодово-ягодного сырья. /А.В.Иваненко, А.Н.Китиашвили. - Оpubл. в Б.И., 1981, № 3.
33. А.с. 806757 (СССР). Смеситель-винификатор. /А.В.Иваненко, А.Н.Китиашвили, А.А.Галиулин и др. - Оpubл. в Б.И., 1981, № 7.
34. А.с. 807246 (СССР). Способ автоматического регулирования непрерывным прессованием мезги и устройство для его осуществления. /А.А.Галиулин, А.В.Иваненко, В.А.Долгозвяг, А.Д.Панин. - Оpubл. в Б.И., 1981, № 7.
35. А.с. 806756 (СССР). Устройство для определения остаточного содержания сусла в выжимках. /А.В.Иваненко, Т.Ш.Двалишвили, А.А.Галиулин. - Оpubл. в Б.И., 1981, № 7.
36. А.с. 863629 (СССР). Пресс для извлечения сусла из растительного сырья. /А.В.Иваненко, С.В.Касько, Ю.Н.Ртищев, Д.Н.Чохели. - Оpubл. в Б.И., 1981, № 34.
37. Важный фактор улучшения качества продукции. /А.В.Иваненко, С.В.Касько, Ю.Н.Ртищев, Ю.Г.Мадан. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1980, № 6, с.35.
38. Влияние тепловой обработки мезги на качество красных винома-териялов при переработке винограда на линии с термовинификацией. /А.В.Иваненко, Л.М.Бобкова, К.Ф.Бодян и др. - Тез. докл. всесоюз. науч. конф. Харьков, 1981, с.153-155.
39. Иваненко А.В., Ломакин В.Ф., Преображенский А.А. Автоматизация линии переработки винограда. - Пищ. пром.: Науч.-произв. сб. Киев, Техніка, 1968, с.38.

40. Иваненко А.В., Ломакин В.Ф. Автоматизация участка дробления винограда. - Науч.-техн. инфор. /ДНИИТЭИПищепром, сер. Винодельческая пром-сть, 1967, вып.3. - 7 с.
41. Иваненко А.В., Преображенский А.А. Агрегатная суслоотделительная установка. - Реф. информ. о законченных науч.-исслед. работах в вузах УССР. Пищ.пром-сть, Киев, 1968, вып.3, с.39.
42. Иваненко А.В., Ломакин В.Ф., Касько С.В. Аппроксимация экспериментальных кривых сбраживания сусла. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1973, № 9, с.61-62.
43. Иваненко А.В., Белогуров Д.М., Преображенский А.А. Вибрационный суслоотделитель. - Виноделие и виноградарство СССР, 1962, № 7, с.45-48.
44. Иваненко А.В., Касько С.В., Преображенский А.А. Влияние переработки винограда на окислительно-восстановительные характеристики сусла. - Виноделие и виноградарство СССР, 1973, № 5, с.17-19.
45. Иваненко А.В., Преображенский А.А. Влияние режимов прессования на физико-химический состав сусла. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1967, № 9, с.36-38.
46. Иваненко А.В., Касько С.В. Влияние режимов прессования на состав сусла. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1972, № 7, с.26-28.
47. Иваненко А.В. Влияние скорости извлечения сусла на его качество. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1978, № II, с.32-35.
48. Иваненко А.В., Касько С.В. Върху подобряване качеството на белите трапезни вина и шампанските виноматериали. - Науч. тр. на висш. ин-т по хранит. и вкусова пром-ст. [Пловдив], 1973, т.20, № 3, с.139-145.
49. Иваненко А.В., Мосейчук Л.М. Гидравлический регулятор марки

- ГРД-3 к шнековым прессам для переработки винограда ПНД-5. - Одесса: ЦБТИ, 1965. - 3 с. - (Информ.листок/ ЦБТИ Черномор. СХХ).
50. Иваненко А.В. Дожимной пресс для винограда К-1-ВПС-20. - Одесса: ОЦТИ, 1979 - 3 с. - (Информ.листок /Одес., ЦНТИ №158-79).
51. Иваненко А.В. Затраты энергии в процессе переработки винограда на шнековых прессах. - Харчова промисловість: Респ.міжвід. наук.-техніч. зб., 1971, № 12, с.91-95.
52. Иваненко А.В., Ломакин В.Ф., Мурашко Г.Н. Исследование динамических свойств механизма мезгосборника в линиях первичной переработки винограда. - Одесса, Маяк, 1970, с.90-93.
53. Иваненко А.В. Исследование процессов возникновения давления в шнековом прессе. - Изв. вузов. Пищ.технология, 1965, № 1, с.161-165.
54. Иваненко А.В. Исследование работы шнековых прессов для переработки винограда. - Пищ. пром-сть. Межвед. респуб. науч.-техн. сб. Киев, Техніка, 1965, вып.1, с.184-192.
55. Иваненко А.В. Исследование шнековых прессов для переработки винограда: Автореф. дис. ... канд.техн. наук. - Одесса, 1966. - 20 с.
56. Иваненко А.В. Исследование щекового пресса, для переработки плодоягодного сырья. - Пищ. пром-сть. Респуб. межвед.науч.-техн.сб. Киев, Техніка, 1974, вып.18, с.91-95.
57. Иваненко А.В., Двалишвили Т.Ш., Кучава Г.Ш. К вопросу стабилизации работы шнековых прессов. - В кн.: Тез. докл. на республ. конф. по химии и технологии растительного сырья, посвящ. 60-летию Сов. власти. Тбилиси, 1977, с.153-155.
58. Иваненко А.В., Преображенский А.А. Комплексное регулирование режимов работы шнековых прессов. - Реф. информ. о законченных науч.-исслед. работах в вузах УССР. Пищ. пром-сть, Киев,

- 1968, вып.3. - 38 с.
59. Иваненко А.В. Линии за преработване на грозде при производство на бели трапезни вина и тяхното усъвършенствуване. - Пловдив, 1971. - 19 с.
60. Иваненко А.В., Галиулин А.А., Долгозвяг В.А. Метод управления непрерывным прессованием. - Изв. вузов. Пищ.технология, 1978, № 4, с.106-110.
61. Иваненко А.В., Преображенский А.А., Моисеенко Д.М. Модернизация существующего и создание нового технологического оборудования винодельческой промышленности. - В кн.: Новаторы и изобретатели в борьбе за техн. прогресс. Симферополь, 1968, с.37-41.
62. Иваненко А.В. Сергеев А.С. Модернизация шнекового пресса для переработки винограда. - Одесса, 1975. - 3 с. - (Информ. листок /УкрНИИТИ Госплан УССР, № 36-75).
63. Иваненко А.В. Некоторые закономерности процессов прессования виноградной мезги. - В кн.: Тез. докл. межвуз. конф. по виноделию. Одесса, 1964, с.11-12.
64. Иваненко А.В., Двалишвили Т.Ш., Тарасишвили И.И. Новый метод определения остаточного суслосодержания выжимок. - В кн.: Материалы республ. науч. конф. мол. ученых по вопросам пищ. пром-сти, посвящ. 110-летию со дня рождения В.И.Ленина. Тбилиси. Грузин. науч.-исслед. ин-т пищ. пром-сти, 1980, с.74-76.
65. Иваненко А.В., Морозов Н.В. О взаимосвязи некоторых показателей шнековых прессов при переработке винограда. - Пищ. пром-сть. Научн.-производ. сб., Киев, Техніка, 1969, вып.10, с.132-137.
66. Иваненко А.В., Белогуров Д.М. О давлении в виноградных прессах. - Одесса: ЦБТИ, 1965, - 3 с. - (Информ. листок /ЦБТИ

Черномор. СХХ).

67. Иваненко А.В., Славовский М.К., Коларов К.М. О некоторых свойствах прессовых фракций виноматериалов, полученных из сброженной мезги. - Пищ. пром-сть: Респуб. межвед. науч.-техн. сб., Киев, Техніка, 1976, вып. 27, с. 40-44.
68. Иваненко А.В., Бобкова Л.М. О повышении экстрактивности столовых белых вин. Выставка достижений народного хозяйства СССР. - Кишинев: Молдвинпром, 1977. - 4 с.
69. Иваненко А.В., Козуб Г.И. О повышении эффективности работы шнековых прессов. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1965, № 7, с. 36-37.
70. Иваненко А.В., Касько С.В. Оценка дробильно-прессового оборудования для получения тонких виноматериалов. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1974, № 3, с. 27-29.
71. Иваненко А.В., Касько С.В. Получение сусла из целых гроздей винограда. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1972, № 12, с. 28-30.
72. Иваненко А.В., Касько С.В., Ртищев Ю.Н. Пресс ВПГ-20 для извлечения сусла из целых гроздей винограда. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1978, № 8, с. 32-34.
73. Иваненко А.В. Пресс для отжатия сусла из целых гроздей винограда ВПГ-20. Выставка достижений народного хозяйства СССР. Одесса: ОТИПП им. М.В. Ломоносова, 1978, с. 1-3.
74. Иваненко А.В. и др. Пресс для получения сусла из целых гроздей винограда /А.В. Иваненко, С.В. Касько, А.А. Зобов. - Одесса, 1975. - 3 с. - (Информлисток /УкрНИИ НТИ Госплан УССР, № 88-72).
75. Иваненко А.В. Производительность шнековых прессов при переработке винограда. - Консервная и овощесушильная пром-сть, 1966, № 3, с. 29.

76. Иваненко А.В., Колинчук П.И., Китиашвили А.Н. Производство красного столового вина методом термовинификации. - Тез. докл. респ. науч. конф. Тбилиси, 1981, с.194-196.
77. Иваненко А.В. Пути повышения эффективности суслоотделяющего оборудования при производстве белых столовых вин. - В кн.: Высш. ин-т пищ. и вкусовой пром-сти. Юбилейная науч. конф. Пловдив, 1974, с.34.
78. Иваненко А.В., Белогуров Д.М. Регулирование режима прессования в шнековых прессах - Виноделие и виноградарство СССР, 1962, № 8, с.38-39.
79. Иваненко А.В., Касько С.В. Регулирование режимов работы шнековых прессов. - В кн.: Прогрессивные технологические приемы в виноделии. Одесса, Маяк, 1970, с.17.
80. Иваненко А.В., Касько С.В. Режимы прессования при производстве белых столовых вин. - В кн.: Прогрессивные технологические приемы в виноделии. Одесса, Маяк, 1970, с.130-133.
81. Иваненко А.В., Колинчук П.И., Бодян К.Ф. Снижение энергоемкости процесса термовинификации при производстве крепких, десертных и красных столовых вин. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1980, № 12, с.23-25.
82. Иваненко А.В., Касько С.В., Колинчук П.И. Термовинификатор непрерывного действия с регенеративным циклом. - Тез. докл. всесоюз. науч. конф. Харьков, 1981, с.317.
83. Иваненко А.В. Технологични линии и пътища за повишаване на ефективността на оцедително-пресовите съоръжения при производството на бели трапезни вина. - Пловдив, 1974, - 33 с. - Библиогр.: 10 назв.
84. Иваненко А.В., Преображенский А.А., Славовский М.К. Уменьшение потерь и повышение качества виноматериалов. - Пищ.

- пром-сть: Науч.-производ. сб., Киев, Техніка, 1968, вып.6, с.49-50.
85. Иваненко А.В., Двалишвили Т.Ш. Устройство для определения остаточного содержания сушла в выжимках. - Науч.техн. реф. сб. /ЦНИИТЭИПищепром, сер. винодельческая пром-сть, 1978, № 8, с.10-13.
86. Иваненко А.В., Китиашвили А.Н. Шнеково-эксцентриковый пресс. - Одесса: ОЦТИ, 1979. - 3 с. - (Информ. листок /Одес.ЦТИ № 194-79).
87. Касько С.В., Иваненко А.В. Новая аппаратурная схема приготовления белых столовых вин. - В кн.: Эффективность применения новых технол. приемов, разраб. науч.-исслед. ин-ми при производстве крепких вин: Тез. докл. на Республ. науч.-техн. конф. Кишинев, 1971, с.13-14.
88. Китиашвили А.Н., Иваненко А.В. Процесс работы загрузочной зоны шнекового пресса. - Тбилиси, 1980. - 6 с. - (Информ. листок /Груз. НИИТИ № 3-80).
89. Поточная линия переработки винограда с блоком термовинификации мезги /А.В.Иваненко, П.И.Колинчук, А.А.Галиулин и др. - Науч.-техн. реф. сб. /ЦНИИТЭИПищепром, сер. винодельческая пром-сть, 1981, вып.7, с.1-5.
90. Ревзин В.Я., Иваненко А.В. Усовершенствование процесса пресования яблок. - Науч.-техн. реф. сб. /ЦНИИТЭИПищепром, сер. Консервная, овощесушильная и пищевая пром-сть, 1978, № 1, с.17-21.
91. Ртищев Ю.Н. и др. Пресс для винограда ВПГ-30 /Ю.Н.Ртищев, А.В.Иваненко, Ю.Г.Мадан. - Кишинев, 1980. - 4 с. - (Информ. листок /Молд. НИИТИ № 38-80).
92. Славовский М.К., Иваненко А.В. О механической прочности и последовательности переработки винограда. - Пищ. пром-сть:

- Респ. межвед. науч.-техн. сб. Киев, Техніка, 1975, вып.21, с.68-71.
93. Славовски М., Иваненко А. Определяне граничното напрежение на срязване и коефициента на триене на ферментирала гроздова каша. - Науч. тр. на висш. ин-т по хранит. и вкусова пром-ст.: [Пловдив], 1972, т.19, с.315-321.
94. Славовски М., Иваненко А. Определяне граничното напрежение на срязване и коефициента на триене на ферментирала гроздова каша. - Науч. тр. на висш. ин-т по хранит. и вкусова пром-ст.: [Пловдив], 1972, т.19, № 1, с.39-45.
95. Смеситель-винификатор ВСВ-20 /А.Иваненко, А.Галиулин, К.Бодян и др. - Одесса: ОЦТИ, 1979. - 3 с. - (Информ.листок /Одес. ЦНТИ № 202-79).
96. Снижение энергоемкости процесса термовинификации при производстве крепких, десертных и красных столовых вин /А.В.Иваненко, П.И.Колинчук, А.А.Галиулин, К.Ф.Бодян. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1980, № 12, с.23-25.
97. Совершенствование винодельческого оборудования и технологических процессов переработки винограда /А.В.Иваненко, Ю.Н.Ртищев, А.Н.Китиашвили, К.Ф.Бодян. - Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1981, № 1, с.38.
98. Термическая обработка мезги при производстве столовых красных вин / Л.М.Бобкова, А.В.Иваненко, О.А.Сологуб, К.Ф.Бодян. - Тез. докл. всесоюз. науч. конф. Харьков, 1981, с.317.
99. Усовершенствование схемы автоматизации линии переработки винограда /А.В.Иваненко, В.Ф.Ломакин, Г.Н.Мурашко и др. - В кн.: Прогрессивные технологические приемы в виноделии. Одесса, Маяк, 1970, с.11-15.
100. Экспресное определение остаточного содержания сусла в выжимках /А.В.Иваненко, Т.Ш.Двалишвили, А.А.Галиулин, С.В.Касько.

- Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1977,
№ 1, с.53-54.

101. Положительное решение по заявке 3221083 (СССР). Устройство
для переработки винограда /А.В.Иваненко, С.В.Касько, Г.И.Ко-
зуб и др., 1981.

Основные обозначения

R, r - радиус, м; B - ширина канала, м; содержание взвешен-
ных частиц в сусле, г/л; n - частота вращения, s^{-1} ($мин^{-1}$),
 ϵ - суслосодержание, τ_r - напряжение сдвига, МПа; W - удель-
ная мощность, кВт/кг; h - высота, м; L - длина, м; Q -
расход (производительность), кг/с; η - динамическая вязкость,
МПа с; ρ - давление, МПа; α, β, δ - углы, рад; ξ - ко-
эффициент бокового давления; S - шаг шнека, м; v - скорость,
м/с.

