

Автор еф.
Е 60

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

В. Д. ЕМЕЛЬЯНОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ БИЧЕВОГО ГРЕБНЕОТДЕЛЯЮЩЕГО
УСТРОЙСТВА ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ ВАЛКОВЫХ
ДРОБИЛОК-ГРЕБНЕОТДЕЛИТЕЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ
ИХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

(Специальность № 175 —
машины и аппараты пищевой промышленности)

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

ОДЕССА · 1972

CV

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

В. Д. ЕМЕЛЬЯНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ БИЧЕВОГО
ГРЕБНЕОТДЕЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА
ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ ВАЛКОВЫХ ДРОБИЛОК-
ГРЕБНЕОТДЕЛИТЕЛЕЙ С ЦЕЛЮ
ИХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

(Специальность № 175 —
машины и аппараты пищевой промышленности)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Переучет 19

В. Д. Е. 12010
Одесский технологический
институт пищевой промыш-
ленности им. М. В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

ОПЛАТ 20.12.11
Исследование бичевог



v012010

ОДЕССА • 1972

Работа выполнена в отделе технологического оборудования Всесоюзного научно-исследовательского института виноделия и виноградарства «Магарах».

Научный руководитель —
доктор технических наук, профессор **М. Я. ДИКИС.**

Официальные оппоненты:
доктор технических наук **С. М. ГРЕБЕНЮК;**
доктор технических наук, профессор **А. А. ПРЕОБРАЖЕНСКИЙ.**

Оппонирующая организация — Всесоюзный научно-исследовательский институт виноделия и виноградарства «Магарах».

Автореферат разослан «_____» _____ 1972 г.

Защита диссертации состоится «_____» _____ 1972 г. на заседании Ученого совета Одесского технологического института им. М. В. Ломоносова, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью учреждения, просим направить в Ученый совет института по адресу: г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

Ученый секретарь совета
Л. А. ЗАПОРОЖЕЦ.

Актуальная задача, стоящая перед отечественной винодельческой промышленностью, — увеличение объема промышленного производства сухих и шампанских вин, а также непрерывное повышение качества выпускаемой продукции — вызвала практическую необходимость в создании ряда типовых размеров новых валковых дробилок-гребнеотделителей, полностью удовлетворяющих современным технико-технологическим требованиям и соответствующих лучшим мировым стандартам. Наиболее полно требованиям производства отвечают агрегаты, состоящие из дробилки, гребнеотделяющего устройства и мезгового насоса. Лучшие зарубежные модели таких агрегатов в технологическом отношении являются универсальными, так как позволяют производить переработку винограда в любом из применяемых на практике технологических режимов: с отделением или без отделения гребней.

Потребность отечественной винодельческой промышленности в усовершенствованных валковых дробилках-гребнеотделителях, установленная на основании предварительной разработки «Параметрических рядов поточных линий переработки винограда» (1964 г.), «Типажа дробилок для винограда» (1963 и 1967 гг.) и ГОСТа «Дробилки-гребнеотделители для винограда» (1968 г.), определяется тремя типоразмерами производительностью 5, 10 и 20 тонн винограда в час. Их разработка была поручена ВНИИВиВ «Магарач», Тбилисскому ГСКБ «Продмаша» и Тбилисскому машиностроительному заводу им. 26 Комиссаров.

Отсутствие в литературе каких-либо рекомендаций по проектированию дробильно-гребнеотделяющего оборудования вызвало необходимость исследования каждого из рабочих органов, входящих в состав агрегата. Исследование гребнеотделяющего устройства как наиболее сложного и определяющего работоспособность, технологические и технико-экономические показатели дробильно-гребнеотделяющей машины в целом составило предмет настоящей диссертационной работы.

Экспериментальная часть работы была проведена во ВНИИВиВ «Магарач» в 1963—1966 гг. Производственные межведомственные испытания опытно-промышленных и головных образцов валковых дробилок-гребнеотделителей Т1-ВДГ-10 и Т1-ВДГ-20, разработанных с использованием данных настоящего исследования, были проведены на винзаводах Крымсовхозвинтреста, объединения «Абрау-Дюрсо» и ГрузССР в 1965—1968 гг. Разработка дробильно-гребнеотделяющих машин Т1-ВДГ-10 и Т1-ВДГ-20 производилась под непосредственным руководством заведующего отделом технологического оборудования ВНИИВиВ «Магарач» Г. А. Ждановича.

Во введении определен технический уровень применяемых в отечественной винодельческой промышленности моделей валковых и центробежных дробильно-гребнеотделяющих машин, отмечена острая потребность производства в дробилках-гребнеотделителях валкового типа и обоснована практическая необходимость разработки темы настоящей диссертационной работы.

В первой главе приведены результаты исследования технологических показателей промышленных дробилок-гребнеотделителей с различными гребнеотделяющими устройствами, отличающимися между собой по основным конструктивным и механическим признакам. На основании полученных данных произведена сравнительная технологическая оценка гребнеотделяющих устройств и определен тип, в наибольшей степени удовлетворяющий условию переработки винограда на высококачественные белые столовые и шампанские виноматериалы. Анализ данных проведенного исследования, производственных испытаний дробильно-гребнеотделяющего оборудования за последнее десятилетие, литературных и других источников позволил также сформулировать ориентировочные технологические требования к дробилкам-гребнеотделителям с гребнеотделяющими устройствами известных типов, определяющими назначение машины по направлению переработки винограда.

Глава включает семь разделов, содержание которых представлено в порядке изложения их в диссертации.

В разделе 1 отмечено, что действующие на винзаводах технологические инструкции требуют во всех случаях, кроме выработки вин кахетинского типа, отделять гребни, так как они своими дубильными веществами, кислотами, хлорофиллом и т. д. могут оказать неблагоприятное влияние на качество приготавливаемого вина. До 95% поступающего на винзаводы винограда перерабатывается у нас с отделением гребней. Однако, как показывают производственный опыт и специальные исследования, в некоторых случаях оставление гребней в мезге может вызвать и положительный эффект,

исправив недостатки сусла, усилив в нем характерные сортовые особенности или какие-либо другие положительные свойства. Поэтому прогрессивная технология рекомендует вопрос об отделении или оставлении гребней в каждом конкретном случае решать по-разному, с учетом сортовых особенностей, степени созревания и характера сбора винограда.

Дифференцированное отношение к гребням у нас практически исключено, так как применяемые на практике модели дробилок-гребнеотделителей позволяют производить переработку винограда только с отделением гребней. Новые, усовершенствованные модели должны обеспечивать возможность переработки винограда в любом необходимом технологическом режиме.

В разделе 2 даны классификация и краткий обзор применяемых на практике гребнеотделяющих устройств. Отмечено, что в настоящее время в промышленных конструкциях дробилок-гребнеотделителей применяются гребнеотделяющие устройства только двух типов — бичевые и лопастные, отличающиеся между собой в основном конструкцией и скоростными режимами ротора. В бичевых гребнеотделяющих устройствах основным элементом ротора являются расположенные по винтовой линии радиальные бичи, в лопастных — продольные била, либо изогнутые по спирали, либо прямоугольные, плоские, наклоненные к оси гребнеотделяющего устройства под небольшим углом как в протирачных машинах, применяемых в консервной промышленности. При горизонтальном расположении рабочих органов некоторые конструкции как бичевых, так и лопастных гребнеотделяющих устройств не исключают возможности попадания в мезгу недопустимо большого количества нераздавленных ягод и поэтому снабжены дробильными валками для предварительного раздавливания гроздей. Для бичевых гребнеотделяющих устройств характерны относительно небольшие угловые скорости вращения ротора в пределах $12,6 — 26,2 \text{ рад/сек.}$ ($120 — 250 \text{ об/мин.}$), для лопастных — более высокие, достигающие 58 рад/сек. (550 об/мин.).

Отмечено широкое варьирование величин конструктивных и кинематических параметров в бичевых гребнеотделяющих устройствах и относительно устойчивое повторение их — в лопастных.

В разделе 3 излагаются результаты разработки методики испытаний и сравнительной технологической оценки дробильно-гребнеотделяющих машин. Эта методика полностью или частично может быть использована также в экспериментальной работе при исследовании и выборе оптимальных величин параметров дробильных и гребнеотделяющих устройств.

Методикой установлена совокупность технологических показателей, в достаточной степени характеризующих работу дробильного и гребнеотделяющего устройств, и способы вы-

борочного наблюдения за этими показателями. К последним относятся: способ образования выборки, т. е. способ отбора проб продуктов (винограда, мезги и гребневой массы, выходящей из гребнеотделяющего устройства), исключающий субъективизм лица, производящего выборку; объем выборки, т. е. достаточное количество проб продуктов; способы проведения механических и химико-технологических анализов для определения величин исследуемых показателей и способ обработки экспериментальных данных. В связи с непостоянством условий опытов (изменчивость физико-механических свойств винограда, неравномерность подачи продукта на переработку и т. д.), сложностью их постановки и проведения в достаточно большой повторности предложено при регистрации и анализе опытных данных использовать известные правила обработки ограниченного по объему статистического материала, которые дают возможность определить основные числовые характеристики исследуемой случайной величины. Для того, чтобы охарактеризовать технологическую эффективность гребнеотделяющего устройства и установить действительную картину распределения гребней в продуктах переработки винограда — сусле, мезге и гребневой массе, — вышеуказанная совокупность должна быть дополнена данными составления весового баланса гребней по схеме, предложенной автором.

В разделе 4 приведены результаты изучения технологических показателей всех применяемых в отечественном виноделии моделей дробилок-гребнеотделителей. На основании проведенного исследования дана сравнительная технологическая оценка бичевых и лопастных гребнеотделяющих устройств и определены области рационального использования каждого из этих устройств в зависимости от направления переработки винограда. Аналогичные исследования по неполным программам и несовершенным методикам неоднократно проводились ранее как у нас, так и за рубежом. Однако их результаты не позволяли дать промышленным гребнеотделяющим устройствам объективную и всестороннюю сравнительную оценку. Применение более совершенной методики, основные положения которой приведены в предыдущем разделе, позволило решить эту задачу.

Наше исследование показало, что интенсивность разрушения винограда в лопастных гребнеотделяющих устройствах значительно выше, чем в бичевых. Это выражается в увеличении содержания в мезге отчетливо различимых обрывков кожицы, в увеличении суммарного веса гребней, перешедших в мезгу в виде обрывков и взвесей, а также в повышении скорости отделения сусла-самотека и увеличении его общего выхода. Одновременно наблюдается резкое ухудшение качественных показателей сусла-самотека. Содержание взвесей и дубильных веществ в сусле-самотеке, полученном после пере-

работки винограда на дробилках с лопастными гребнеотделяющими устройствами, почти вдвое превышает содержание их в сусле-самотеке, полученном после переработки винограда на дробилках с гребнеотделяющими устройствами бичевого типа. В первом случае сусло-самотек является более окисленным и плохо осветляется при отстаивании; в вине из этого сусла, по данным М. Марто, содержание сухих веществ в осадке после идентичной технологической обработки несколько выше, а содержание спирта на 0,4% меньше.

При сравнении технологической эффективности гребнеотделяющих устройств обоих типов установлено, что выход гребней из бичевого гребнеотделяющего устройства на 15—20% больше и составляет 55—65% от исходного содержания. Однако эти гребни в значительно большей степени смочены суслом. Содержание сусла в гребневой массе после лопастного гребнеотделяющего устройства составляет 0,5—1,0%, а после бичевого — 1,0—2,0% от содержания его в исходном винограде.

На основании сравнительного изучения технологических показателей промышленных дробилок-гребнеотделителей установлено, что дробилки с лопастными гребнеотделяющими устройствами целесообразно использовать для переработки винограда красных сортов с недостаточным технологическим запасом дубильных веществ и непрочной окраской, а также для приготовления ординарных столовых и крепленых вино-материалов. Эти же машины могут быть использованы для выработки высококачественных десертных вин, вин типа портвейна, мадеры и др., для которых интенсивное измельчение винограда способствует накоплению характерных показателей и является благоприятным фактором.

Для приготовления высококачественных белых столовых и шампанских вино-материалов из существующих типов дробильно-гребнеотделяющих машин могут быть рекомендованы только валковые дробилки с бичевыми гребнеотделяющими устройствами. Этот вывод подтвержден практикой виноделия и рядом специальных исследований, в частности работой В. М. Лозы.

В разделе 5 приведены результаты разработки технологических требований к дробилкам с бичевыми и лопастными гребнеотделяющими устройствами. Отмечено, что прогноз оптимального соотношения компонентов сусла для приготовления из данного сырья вино-материала наивысшего качества является затруднительным. С другой стороны, в настоящее время еще отсутствуют какие-либо конструкторские предпосылки для создания более совершенных дробилок-гребнеотделителей, позволяющих получать сусло с заранее заданным соотношением компонентов. Поэтому на данном этапе технологические требования к дробильно-гребнеотде-

ляющим машинам определенного типа приходится ограничивать предельными величинами показателей лучших из существующих в пределах этого типа моделей.

В соответствии с данными, приведенными в литературных источниках, наиболее общие технологические требования к дробильно-гребнеотделяющим машинам, предназначенным для переработки винограда на высококачественные белые столовые и шампанские виноматериалы, должны обуславливать необходимость получения по возможности малоокисленного сусла с небольшим содержанием взвесей, дубильных веществ, общего и аминного азота. Для количественного выражения вышеуказанных требований принята совокупность предельно допустимых величин технологических показателей валковых дробилок с бичевыми гребнеотделяющими устройствами. В результате изучения предельных отклонений величин технологических показателей по данным многократных производственных испытаний валковых дробилок с бичевыми гребнеотделяющими устройствами, проведенных в 1958—1968 гг. на многих сортах винограда в различных винодельческих районах нашей страны, установлено, что машины этого типа должны удовлетворять следующим требованиям по качеству получаемого сусла и технологической эффективности гребнеотделения: содержание взвесей в сусле-самоотеке, отделенном от мезги на стекателе типа ВССШ,— не более 75 г/л; обогащение сусла-самоотека дубильными веществами — не более 0,15 г/л; обогащение сусла-самоотека железом — не более 5,0 мг/л; содержание в мезге нераздавленных ягод — не более 5% от веса ягод в исходном винограде; содержание в гребневой массе нераздавленных ягод — не более 0,1% от веса ягод в исходном винограде; содержание обрывков гребней в мезге — не более 2,0% от веса исходного винограда; потери продукта с гребнями — не более 2,0% от веса ягод в исходном винограде.

Вышеуказанные технологические требования к валковым дробилкам с бичевыми гребнеотделяющими устройствами определены ГОСТ 15132-69 «Дробилки-гребнеотделители для винограда». Они являются основным критерием для определения соответствия дробилок-гребнеотделителей своему назначению по направлению переработки винограда.

В разделе 6 приведены сведения о разработке и утверждении «Типажа дробилок для винограда», в котором определены типы и типоразмеры дробильно-гребнеотделяющих машин для винодельческой промышленности. В частности, типажом установлена необходимость разработки и внедрения в производство трех типоразмеров валковых дробилок-гребнеотделителей с бичевыми гребнеотделяющими устройствами производительностью соответственно 1,4, 2,8 и 5,6 кг/сек. (5, 10 и 20 т/час.). Типаж послужил основанием для постановки

исследований, результаты которых излагаются в настоящей диссертационной работе.

В разделе 7 сформулированы задачи настоящего исследования, которые сводились к следующему: выбрать наиболее рациональный способ гребнеотделения и на его основе разработать более совершенную по сравнению с известными конструкцию гребнеотделяющего устройства; экспериментально и аналитически исследовать рабочий процесс предложенного гребнеотделяющего устройства и выбрать оптимальные параметры трех его типоразмеров, обусловленных «Типажом дробилок для винограда»; установить соответствие разработанных гребнеотделяющих устройств технологическим требованиям и результатам проведенных исследований.

Во второй главе проанализированы известные способы гребнеотделения, приведены данные изучения ударной прочности ягод в зависимости от сорта и состояния зрелости винограда и результаты исследования эффективности свободного удара как наиболее благоприятного в технологическом отношении способа гребнеотделения, который в настоящее время может быть положен в основу разработки конструкции гребнеотделяющего устройства.

Опыты были проведены на спроектированной нами стендовой установке с маятниковым копром, в котором маятник представляет собой элементарный рабочий орган — бич гребнеотделяющего устройства. Конструкция копра позволяла ступенчато изменять линейную скорость конца бича маятника в зависимости от угла его исходного подъема в пределах от 0 до приблизительно 7 м/сек.

Показано, что прочность ягод винограда при ударном воздействии бича дробильно-гребнеотделяющей машины может быть охарактеризована величиной относительной скорости соударения, вызывающей разрушение ягоды. Для того, чтобы установить пределы варьирования ударной прочности ягод в зависимости от сорта и времени сбора винограда, опыты на сортах Саперави и Мюскадель были проведены в период созревания до наступления и в первые дни наступления полной физиологической зрелости винограда. Определение фактической скорости разрушения ягод винограда сорта Мускат белый было произведено в начале периода перезревания с появлением признаков увяливания и в конце сезона виноделия, когда виноград достиг полностью увяленного состояния с некоторым содержанием заизюмленных ягод.

Установлено, что в зависимости от состояния зрелости винограда в период его промышленной переработки скорость разрушения ягод исследованных сортов варьирует в диапазоне от 4 до 9 м/сек. В результате удара с такой скоростью все ягоды разрушаются настолько, что обеспечивается свободный выход из них сока. В некоторых случаях ягоды раз-

валиваются на две части. Измельчение ягод, разрушение их на более мелкие части не наблюдаются. Из сравнения полученных данных со скоростными параметрами рабочих органов гребнеотделяющих устройств известных типов следует, что окружные скорости ротора в лопастных гребнеотделяющих устройствах соответствуют механическим свойствам ягод винограда по ударной прочности, а в бичевых гребнеотделяющих устройствах не соответствуют им.

В опытах по исследованию эффективности свободного удара как способа гребнеотделения определяли затраты энергии на отделение ягод из 1 кг гроздей и количество ударов, которое необходимо нанести по каждой грозди для отделения от нее всех ягод, а также изучали влияние на энергоемкость гребнеотделения скорости удара бича и интенсивности предварительного раздавливания гроздей между валками, которая характеризовалась величиной межвалкового зазора.

Для определения диапазона изменения (варьирования) величины удельной энергоемкости гребнеотделения в зависимости от сорта и состояния зрелости винограда опыты были проведены на сортах Саперави и Мускат белый, полярных по плотности грозди и прочности прикрепления ягод к плодоножкам, причем опыты на сорте Мускат белый проводились в начале его промышленной переработки, а на сорте Саперави — при достижении виноградом кондиций для приготовления крепких и десертных вин. В проведенных опытах скорость конца бича маятника была равна 5 м/сек. Установлено, что при этом условии удельная работа гребнеотделения (затраты энергии на собственно отделение ягод, сообщение им скорости, трение и аэродинамическое сопротивление) в зависимости от сорта варьирует в период промышленной переработки в пределах от 8,24 до 13,08 кГм/кг.

Зависимость удельной работы гребнеотделения «а» от скорости удара бича по единичной грозди «v» выражается кубической параболой вида: $a = Av^3 + D$, т. е. возрастает с увеличением скорости удара. Взаимосвязь между «а» и величиной межвалкового зазора «Δ» имеет вид: $a = Be^{C\Delta}$. Следовательно, с уменьшением величины зазора работа, необходимая для отделения ягод от гребней, быстро уменьшается. В этих выражениях А, В, С и D — числовые коэффициенты, найденные по методу наименьших квадратов, e — основание натуральных логарифмов.

Проведенное исследование позволило установить, что удар по единичной грозди как способ гребнеотделения сравнительно эффективен при переработке некоторых технических сортов винограда, характеризующихся невысокой прочностью связей между ягодами и гребнем (Саперави, Морастель, Каберне и др). У таких сортов многие из ягод, непосредственно не соприкасающиеся с бичом в момент удара, отделяются за

счет сообщаемого им через гребень ускорения. С другой стороны, удар по единичной грозди является малоэффективным при переработке многих ценных и распространенных технических сортов винограда с плотными гроздьями и высокой прочностью прикрепления ягод к гребням (Рислинг, Ркацители, Мускат и др.). На основании вышеизложенного сделан вывод о том, что способ гребнеотделения, заключающийся только в нанесении ударов лопастью или бичом по единичным гроздьям или виноградной массе, не может быть положен в основу разработки конструкции гребнеотделяющего устройства. Наиболее эффективный способ гребнеотделения заключается в сочетании ударного воздействия на продукт с протираанием его по сепарирующей поверхности рабочих органов, т. е. способ, положенный в настоящее время в основу промышленных гребнеотделяющих устройств.

В третьей главе приведены результаты усовершенствования конструкции бичевого гребнеотделяющего устройства. На основании изучения патентных фондов наиболее развитых винодельческих стран установлено, что общая конструктивная идея этого рабочего органа остается в настоящее время неизменной. Сделан вывод о целесообразности ее сохранения и дальнейшего усовершенствования на основе проведения углубленных исследований. Для этого была произведена скоростная киносъемка рабочего процесса гребнеотделяющего устройства при одно- и двухзаходном расположении бичей на его роторе. Объектом киносъемки была несколько уменьшенная модель гребнеотделителя дробилки типа «Д-4» с гребнеотделительным цилиндром, выполненным из прозрачного органического стекла. Частота смены кадров составляла 1200 кадр./сек. При проектировании на экран процесс замедлялся в 50 раз, что создавало условия для его визуального изучения. Опыты были проведены при загрузке одиночными гроздьями и потоком продукта в режимах, соответствующих подачам, — 1,2 и 3 кг/сек.

Установлены общая картина процесса и основные параметры (траектории, скорости и т. д.) движения грозди на различных участках рабочей камеры. Показано, что применение двух заходов бичей повышает захватывающую способность ротора и осевую скорость перемещения продукта. При однозаходном роторе средняя осевая скорость грозди винограда сорта Морастель в районе загрузочной горловины была равна 0,079 м/сек., а на выходе из рабочей камеры — 0,051 м/сек. Применение двух заходов бичей увеличивает последнюю до 0,066 м/сек. Осевая скорость продукта составляет незначительную часть от скорости материальной точки, движущейся под действием винтовой поверхности ротора вдоль его оси без вращения. Выражающий это отставание коэффициент скорости K_v равен соответственно при одном заходе бичей

0,063, при двух заходах — 0,081. Обладая определенным моментом инерции относительно собственной продольной оси, гроздь, перемещаясь по перфорированной поверхности, одновременно вращается вокруг этой оси. Наши подсчеты показали, что угловая скорость вращения грозди вокруг собственной продольной оси достигает 3,27 оборота в секунду.

При наличии отверстий только на нижней половине гребнеотделительного цилиндра траектория абсолютного движения грозди представляет собой сложную пространственную кривую, проекция которой на вертикальную плоскость, проходящую через ось гребнеотделительного цилиндра, несколько напоминает «сжатую» циклоиду с верхней ветвью, слившейся в сплошную прямую линию, т. е. гроздь в верхней половине рабочей камеры совершает только вращательное движение, а поступательного перемещения в осевом направлении почти не имеет. При полностью перфорированном гребнеотделительном цилиндре траектория абсолютного движения грозди представляет собой винтовую линию. Осевое перемещение грозди за один ее полный оборот как в начале, так и в конце рабочей камеры значительно больше соответствующих величин, чем в варианте конструкции с перфорированным полуцилиндром.

Дано описание общей картины рабочего процесса гребнеотделяющего устройства при загрузке его потоком продукта. Отмечено, что применение двух заходов бичей повышает технологическую эффективность гребнеотделения и снижает содержание остатков продукта в гребнях, удаляемых из машины. Данные, полученные на основе визуального изучения и покадровой расшифровки фильма, были подтверждены результатами опытов, проведенных при переработке винограда на экспериментальной полупроизводственной машине и на опытно-промышленном образце дробилки-гребнеотделителя Т1-ВДГ-20. В опытах на винограде сортов Ркацители и Саперави соответственно было установлено, что применение двух заходов бичей повышает захватывающую способность ротора на 12% и приблизительно вдвое снижает содержание остатков сусла в удаляемой из машины гребневой массе, не ухудшая при этом качественных показателей мезги и сусла.

Полученные данные позволили обоснованно выбрать оптимальную конструктивную схему бичевого гребнеотделяющего устройства и дать конкретные рекомендации по его усовершенствованию. В предложенном нами гребнеотделяющем устройстве рабочая камера образована сплошным полностью перфорированным цилиндром, которому сообщено медленное вращательное движение, а ротор имеет два захода бичей. Ввод раздавленных гроздей в рабочую камеру осуществляется или с помощью отрезка двухзаходного конического шнека, или по поверхности поворотной заслонки, как по скат-

ной доске. Для повышения технологической эффективности гребнеотделяющего устройства при одновременном улучшении качества получаемого сусла гребнеотделительный цилиндр выполнен в виде спирали, навитой из проволоки круглого сечения, а зубчатое зацепление привода его вращения перенесено в переднюю часть машины, к горловине для выхода гребней. Это гребнеотделяющее устройство признано изобретением, и Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР выдал на него авторское свидетельство № 272246 (заявитель — ВНИИВиВ «Магарач»; авторы — В. Д. Емельянов, Г. А. Жданович и др.).

В четвертой главе дано обоснование выбора оптимальной геометрии ротора бичевого гребнеотделяющего устройства.

Для выяснения характера взаимозависимости пропускной способности от конструктивных и кинематических параметров гребнеотделяющего устройства проведено его аналитическое исследование с помощью ЭВМ. Введено несколько упрощающих предпосылок. Рассмотрено движение одиночной грозди, в начальный момент свободно лежащей на горизонтальной плоскости, полученной в результате разворачивания боковой поверхности гребнеотделительного цилиндра, под воздействием ротора, совершающего вращательное движение (рис. 1). Дифференциальное уравнение относительного движения грозди в векторной форме имеет следующий вид:

$$m\bar{\omega}_r = \bar{G} + \bar{N} + \bar{Q} + \bar{F}_1 + \bar{F}_2 + \bar{J}_e + \bar{J}_k \quad (1)$$

Здесь: m и $\bar{G}$ — масса и вес грозди; $\bar{N}$ и $\bar{Q}$ — нормальные реакции бича и гребнеотделительного цилиндра; $\bar{F}_1$ и $\bar{F}_2$ — силы трения грозди по поверхности бича и гребнеотделительного цилиндра; $\bar{\omega}_r$ — вектор относительного ускорения центра масс грозди; $\bar{J}_e$ — центробежная сила инерции переносного движения; $\bar{J}_k$ — кориолисова сила инерции.

Спроектировав векторное уравнение (1) на оси подвижной системы координат $O_1X_1Y_1Z_1$, получим следующую систему дифференциальных уравнений:

$$m\ddot{x} = F_{2x} - F_1 \quad (2)$$

$$m\ddot{y} = N - F_{2y} \quad (3)$$

$$m\ddot{z} = Q + J_{kz} - G - J_{ez} \quad (4)$$

В уравнениях (2) и (3) левые части равны нулю, так как гроздь по направлениям O_1Y_1 и O_1Z_1 перемещений не имеет.

Дифференциальное уравнение движения грозди относительно фронтальной плоскости бича после необходимых преобразований выражений (2), (3) и (4) имеет следующий вид:

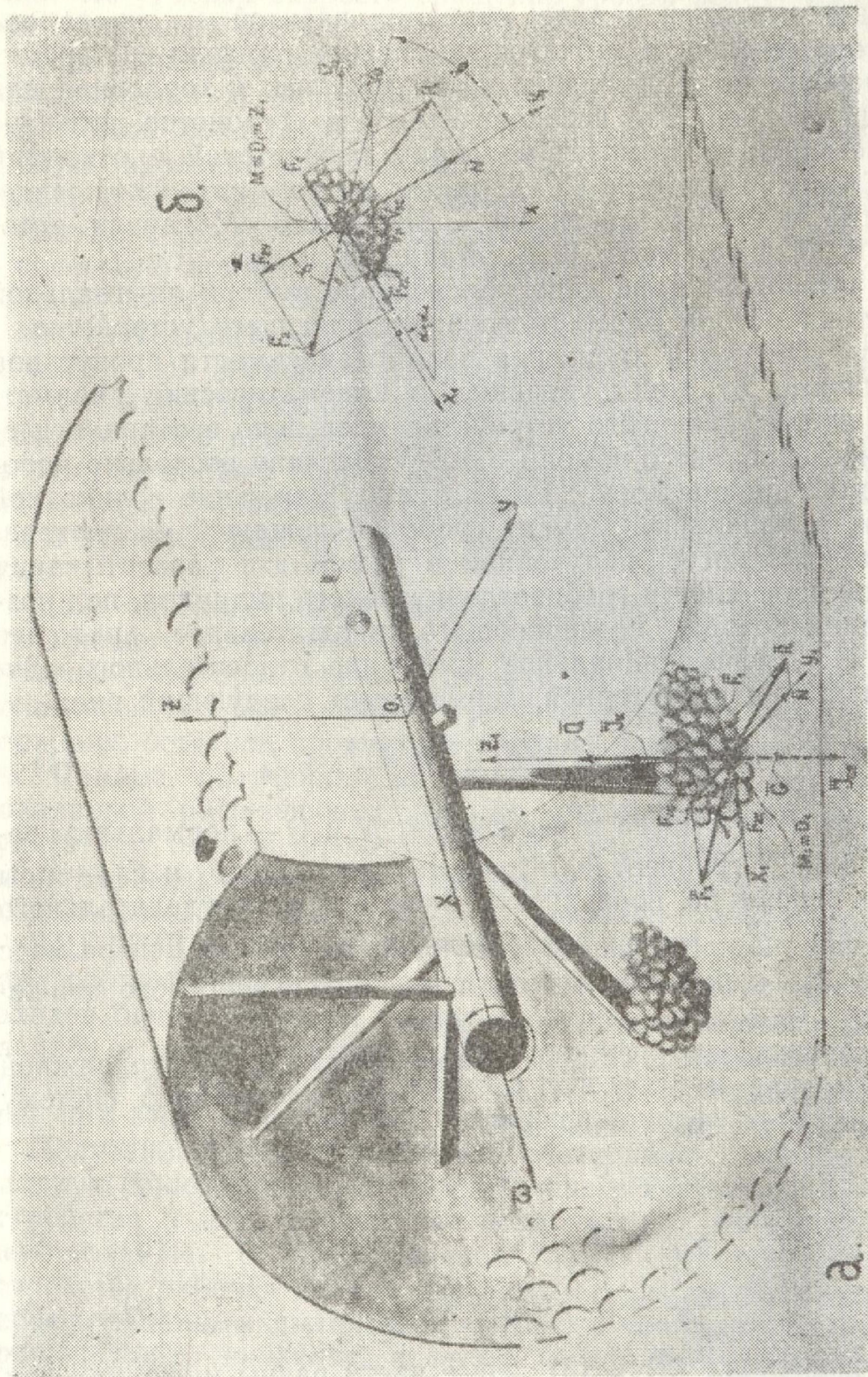


Рис. 1. Схема сил, приложенных к грозди: а) аксонометрическое изображение; б) след бича и проекции сил на горизонтальную плоскость.

$$\ddot{x} = a \frac{v_r^3 + qv_r + l}{\sqrt{v_r^2 + kv_r + p}} \quad (5)$$

Выражения

$$t = \frac{1}{a} \int_{v_{r_0}}^{v_r} \frac{\sqrt{v_r^2 + kv_r + p}}{v_r^3 + qv_r + l} dv_r \quad (6)$$

$$x = \frac{1}{a} \int_{v_{r_0}}^{v_r} \frac{v_r \sqrt{v_r^2 + kv_r + p}}{v_r^3 + qv_r + l} dv_r \quad (7)$$

являются решением дифференциального уравнения (5) в параметрической форме. В этих выражениях a , k , p , q и l — коэффициенты, зависящие от величин параметров.

Численное интегрирование уравнений было выполнено на электронной вычислительной машине «Урал-2». Задача была решена методом Рунге—Кутты. В качестве начального условия было принято равенство нулю относительной скорости v_{r_0} центра масс грозди, находящегося в начальный момент в начале подвижной системы координат.

В соответствии с составленной программой машина вычислила величины относительной v_r и осевой v_c скоростей центра масс грозди в момент схода его с лопасти бича при ширине последней (т. е. при x), равной от 0,005 до 0,05 м через каждые 0,005 м. Ширина лопасти бича определяет продолжительность воздействия ротора на гроздь. Так как она пренебрежимо мала по сравнению с длиной наружной винтовой линии витка ротора, можно считать, что пропускная способность гребнеотделяющего устройства является функцией осевой скорости центра масс грозди в момент схода его с бича. При различных сочетаниях значений заданных параметров на машине было произведено около 2500 решений. Результаты исследования в виде графиков представлены на рис. 2.

Установленные взаимосвязи, тенденции и закономерности необходимо учитывать при выборе оптимальных параметров гребнеотделяющего устройства. Если дифференциальное уравнение (7) имеет положительное частное решение (т. е. если существует осевая скорость продукта), гребнеотделяющее устройство при выбранных значениях параметров является работоспособным. Отсутствие частного решения свидетельствует о неработоспособности гребнеотделяющего устройства и вызывает необходимость в корректировке величин выбранных параметров.

Для выбора оптимальной геометрии ротора полученные аналитические зависимости были дополнены данными техно-

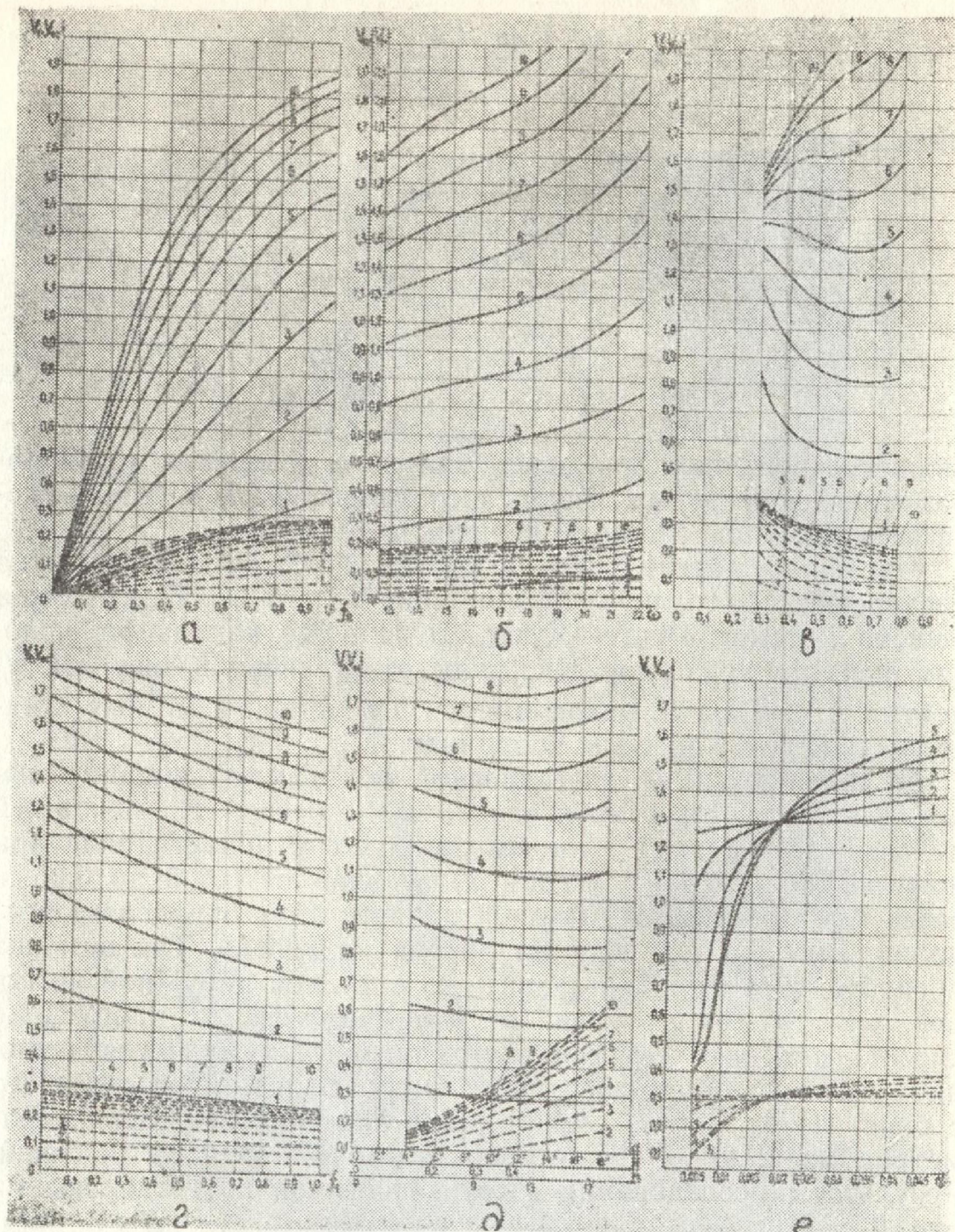


Рис. 2. Графики зависимостей относительной (v_r) и осевой (v_{oc}) скоростей центра масс грозди от величин следующих параметров: f_1 и f_2 — коэффициенты трения при скольжении грозди по поверхности бича и гребнеотделительного цилиндра, ω — скорость вращения ротора в абсолютном движении, D — диаметр гребнеотделительного цилиндра, α — угол подъема наружной винтовой линии ротора: x — ширина лопасти бича.
 1—10 — v_r и v_{oc} при $x=0,005$ м ÷ 0,05 м через каждые 0,005 м; v_r — — — — —, v_{oc} — — — — —; а) $D=0,5$ м, $\omega=15,7^1/\text{сек.}$, $f_1=0,534$, $\alpha=8^\circ 42'$; б) $D=0,74$ м, $f_1=0,543$, $f_2=0,716$, $\alpha=5^\circ 50'$; в) $\omega=18,8^1/\text{сек.}$, $f_1=0,534$, $f_2=0,716$; г) $D=0,5$ м, $\omega=15,7^1/\text{сек.}$, $f_2=0,716$, $\alpha=8^\circ 42'$; д) $D=0,5$ м, 0,75 м, $\omega=18,8^1/\text{сек.}$, $f_1=0,534$, $f_2=0,716$; е) $D=0,75$ м, $f_1=0,534$, $f_2=0,716$; 1 — $\omega=12,6^1/\text{сек.}$, 2 — $\omega=14,7^1/\text{сек.}$, 3 — $\omega=16,8^1/\text{сек.}$, 4 — $\omega=18,8^1/\text{сек.}$, 5 — $\omega=20,5^1/\text{сек.}$

логических и энергетических исследований непосредственно на продукте. Опыты проводились на экспериментальной полу-производственной машине — стендовой установке, конструкция которой позволяла варьировать количество бичей на длине шага витка ротора, т. е. изменять его геометрию.

Установлено, что увеличение количества бичей на длине шага витка ротора снижает эксплуатационную надежность гребнеотделяющего устройства вследствие уменьшения площади винтовых секторов между смежными бичами и возрастания вероятности забивания их, особенно при небольших диаметрах гребнеотделительных цилиндров, мезгой и гребнями. Одновременно снижается технологическая эффективность ударного воздействия ротора. Длина участка гребнеотделительного цилиндра, на котором при одинаковой интенсивности загрузки продуктом заканчивается процесс отделения ягод, возрастает по прямолинейному закону. При изучении качественных показателей и энергоемкости процесса установлено, что увеличение количества бичей повышает эффективность перетирания продукта. При этом возрастает содержание взвесей в сусле-самотеке и обрывков гребней в мезге, а количество обрывков кожицы в гребневой массе, удаляемой из машины, снижается. Крутящий момент на валу ротора возрастает. Зависимость крутящего момента от величины шага в исследованных пределах имеет вид квадратичной параболы.

Таким образом, увеличение количества бичей на длине шага витка ротора при постоянном межбичевом расстоянии нецелесообразно во всех отношениях, так как оно снижает эксплуатационную надежность, технико-технологические и энергетические показатели дробильно-гребнеотделяющих машин. Геометрия ротора, соответствующая расположению на длине шага витка девяти бичей (минимальное количество в известных вариантах, применяемых на практике), была принята нами в конструкции бичевых гребнеотделяющих устройств как оптимальная.

В пятой главе приведены результаты исследования и выбора оптимальных параметров бичевых гребнеотделяющих устройств, обеспечивающих производительность 5, 10 и 20 т/час. и являющихся составной частью конструкции валковых дробилок-гребнеотделителей ВДГ-5, ВДГ-10 и ВДГ-20.

В основу методики исследования был положен принцип четкого выделения исследуемой переменной функциональной зависимости с сохранением всех остальных постоянными. В качестве постоянных значений их выбирались оптимальные величины по мере накопления экспериментальных данных.

Величины ряда параметров: диаметра вала ротора, ширины лопасти бича, диаметра и относительного живого сечения отверстий гребнеотделительного цилиндра, угловой скорости его вращения, а также геометрические размеры мезгосборни-

№ 0. 12010

Одесский

ка и форма отверстий гребнеотделительного цилиндра — были выбраны на основе анализа эксплуатации промышленных дробилок-гребнеотделителей; данных, полученных в смежных отраслях производства при исследовании процессов, близких к процессу гребнеотделения; логических или конструктивных соображений.

Величина радиального зазора между бичами и гребнеотделительным цилиндром, исключая возможность забивания рабочей камеры продуктом, для каждого типоразмера гребнеотделяющих устройств была установлена эмпирически, путем подбора, в результате многократных опытов, проведенных на резко отличающихся по своим свойствам сортах винограда. Этот параметр отрабатывался и уточнялся в процессе производственных испытаний опытно-промышленных образцов машин по стадиям их разработки.

Выбор оптимальных значений угловой скорости вращения ротора и межбичевого расстояния был произведен на основе экспериментальной работы, целью которой являлось изучение влияния величины каждого из этих параметров на производительность и технологические показатели гребнеотделяющего устройства. Экспериментальному исследованию были подвергнуты также закономерность выхода ягод из рабочей камеры и влияние интенсивности загрузки гребнеотделяющего устройства (секундной подачи винограда) на его технологические показатели. В каждом опыте определялись: скорость отделения сусла-самотека на эталонном стекателе; содержание взвесей в сусле-самотеке; содержание обрывков гребней в мезге; содержание ягод и обрывков кожицы в гребневой массе, удаляемой из машины. Методика определения этих показателей была аналогична методике, применяемой при сравнительных производственных испытаниях дробильно-гребнеотделяющих машин.

Установлено, что для улучшения качественных показателей получаемого продукта целесообразно несколько завышать расчетную производительность гребнеотделяющего устройства по сравнению с проектной, т. е. обеспечивать его работу в практических условиях в режиме некоторой недогрузки.

Уменьшение межбичевого расстояния приводит к повышению интенсивности измельчения винограда. Хотя при этом ухудшаются качественные показатели получаемого сусла, эксплуатационная надежность гребнеотделителя повышается. Учитывая, что наиболее важным требованием является обеспечение устойчивой и безотказной работы гребнеотделяющего устройства, рекомендовано при разработке новых конструкций и выборе параметров идти по пути уменьшения межбичевого расстояния.

Наибольшее влияние на эффективность процесса гребнеотделения и качество получаемого сусла оказывает угловая

скорость вращения ротора. Графики зависимости основных технологических показателей гребнеотделяющего устройства от величины вышеуказанного параметра приведены на рис. 3. Установлено, что при угловой скорости ротора порядка 20,8 рад/сек. (200 об/мин.) имеет место чрезмерное обогащение сусла-самотека, полученного на промышленных стекателях, взвесями и дубильными веществами. Сусло-самотек, удовлетворяющее требованиям приготовления высококачественных белых столовых и шампанских виноматериалов, получается при угловой скорости ротора в пределах

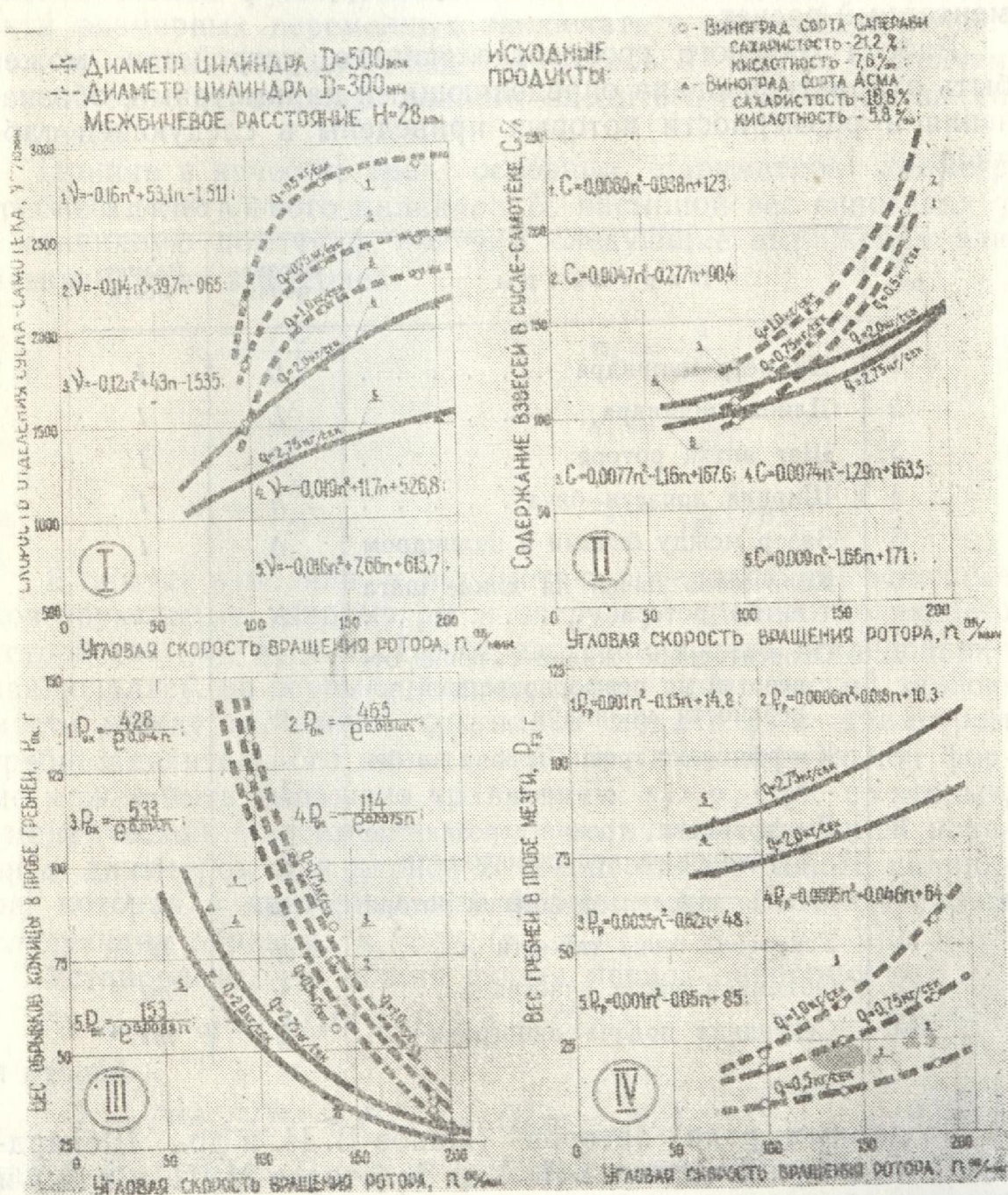


Рис. 3. Графики зависимости скорости отделения сусла-самотека, содержания взвесей в сусле-самотеке, обрывков кожицы в гребневой массе и обрывков гребней в мезге от величины скорости вращения ротора.

12,6 — 17,9 рад/сек. (120 — 170 об/мин.). Учитывая, что этот параметр в значительной степени определяет и пропускную способность гребнеотделяющего устройства, нами в качестве оптимальной принята угловая скорость ротора, равная 17,9 рад/сек. (170 об/мин.).

Для того, чтобы установить взаимозависимость производительности бичевого гребнеотделяющего устройства от диаметра и длины гребнеотделительного цилиндра, был применен экспериментально-расчетный метод с использованием анализа размерностей, позволяющий учесть одновременное влияние большого количества переменных, которые трудно включить в элементарный расчет.

Работа бичевого гребнеотделяющего устройства может быть охарактеризована определяющими параметрами, обозначения и размерности которых приведены в следующей таблице:

Т а б л и ц а

№ п/п.	П а р а м е т р ы	Обозначения	Размерности
1	Диаметр цилиндра	D	l
2	Длина цилиндра	L	l
3	Шаг витка ротора	S	l
4	Ширина лопасти бича	h	l
5	Зазор между бичами и цилиндром	Δ	l
6	Количество бичей на длине шага витка ротора	K	—
7	Относительное живое сечение отверстий на перфорированной поверхности цилиндра	Ψ	—
8	Коэффициент трения грозди по бичу	f_1	—
9	Коэффициент трения грозди по перфорированной поверхности .	f_2	—
10	Угловая скорость вращения ротора	ω	t^{-1}
11	Ускорение силы тяжести	g	lt^{-2}
12	Объемная масса винограда	γ	ml^{-3}
13	Секундная подача винограда . .	q	mt^{-4}

По данным ряда авторов (Попов В. И. и др., Шепардсон Э. С. и др., Стоюшкин И. А. и Золотарев М. П. и т. д.) и нашим наблюдениям, объемная масса винограда в определенной степени характеризует и способность винограда к гребнеотделению. Установлено, что она ниже у сортов с более плотными гроздьями. На этом основании нами с целью упрощения

задачи из всех физико-механических характеристик винограда принята во внимание только его объемная масса.

Связь между принятыми параметрами может быть представлена следующей функциональной зависимостью:

$$\varphi_1(D, L, S, h, \Delta, k, \psi, \lambda_1, \lambda_2, \omega, g, \gamma, q) = 0 \quad (8)$$

Для рассмотрения частных явлений в системе и постановки эксперимента взаимосвязь этих параметров может быть заменена взаимосвязью составленных из них безразмерных критериев. На основании π -теоремы (теоремы о числе критериев) окончательная функциональная зависимость должна при девяти размерных переменных заключать в себе шесть π -членов, не считая безразмерных параметров K , Ψ , f_1 и f_2 , причем три из этих переменных должны входить в каждый из шести π -членов.

Приняв в качестве трех основных параметров диаметр гребнеотделительного цилиндра D , насыпной вес винограда γ и секундную подачу q , получим следующие выражения для безразмерных критериев:

$$\pi_1 = \frac{D}{L}$$

$$\pi_4 = \frac{\Delta}{D}$$

$$\pi_2 = \frac{S}{D}$$

$$\pi_5 = \frac{q}{\gamma \omega D}$$

$$\pi_3 = \frac{h}{D}$$

$$\pi_6 = \frac{q}{\gamma g^{0.5} D^{2.5}}$$

В опытах изменяли π -параметры, определяющие основные конструктивные параметры и загрузку гребнеотделяющего устройства: π_1 , π_2 и π_6 . Непосредственная цель исследования заключалась, во-первых, в определении эмпирической зависимости между величиной секундной подачи q и диаметром гребнеотделительного цилиндра D , что в критериальной форме может быть выражено уравнением: $\pi_2 = \varphi_2(\pi_6)$; во-вторых, эмпирической зависимости между величиной секундной подачи q , диаметром D и длиной L гребнеотделительного цилиндра, которая в критериальной форме может быть выражена следующим образом: $\pi_1 = \varphi_3(\pi_2, \pi_6)$.

Установлено, что общая форма первой зависимости —

$$q = AD^{3.5} + BD^{1.5} + CD^{0.5} \quad (9)$$

а второй —

$$L = D^{4.5}(ED^{3.5} + FD^{2.5} + GDq + Hq)^{-1}, \quad (10)$$

где A , B , C , E , F , G и H — суть константы, зависящие от сорта винограда.

Уравнение (9) служит для расчета диаметра гребнеотделительного цилиндра D при заданной величине секундной подачи винограда (производительности); а уравнение (10) —

для определения длины гребнеотделительного цилиндра L при заданных величинах секундной подачи и диаметра гребнеотделительного цилиндра.

В соответствии с поставленной задачей наше исследование позволило установить величины основных параметров гребнеотделяющих устройств дробилок-гребнеотделителей ВДГ-5, ВДГ-10 и ВДГ-20 и разработать технические задания на проектирование этих машин. Техническая документация дробилок-гребнеотделителей ВДГ-10 и ВДГ-20 разрабатывалась Тбилисским ГСКБ «Продмаша», а опытные образцы машин по стадиям проектирования изготавливались Тбилисским машиностроительным заводом им. 26 Комиссаров.

По результатам производственных межведомственных испытаний дробилки-гребнеотделители Т1-ВДГ-10 и Т1-ВДГ-20 рекомендованы к серийному производству. В 1968 году Тбилисский машиностроительный завод им. 26 Комиссаров изготовил и поставил винодельческой промышленности 15, в 1969 году — 100, в 1970 году — 164 и в 1971 году — 115 дробилок-гребнеотделителей Т1-ВДГ-10. План производства Т1-ВДГ-10 в 1972 году составляет 120 шт. В соответствии с уточненным и утвержденным Главвино МПП СССР расчетом экономической эффективности годовой экономический эффект от внедрения в производство одной дробилки-гребнеотделителя Т1-ВДГ-10 с мезгонасосом ВДГН-10 составляет 910 рублей в год.

Производственные испытания опытно-промышленного образца дробилки Т1-ВДГ-20 успешно прошли в сезон виноделия 1968 года на винзаводе винсовхоза им. Ленина объединения «Абрау-Дюрсо». В 1971 г. было изготовлено 10 дробилок-гребнеотделителей Т1-ВДГ-20. План производства Т1-ВДГ-20 в 1972 году составляет 50 шт. Годовой экономический эффект от внедрения в производство одной дробилки-гребнеотделителя Т1-ВДГ-20 с мезгонасосом ВДГН-20 — 896 рублей.

Дробилки-гребнеотделители Т1-ВДГ-10 и Т1-ВДГ-20 могут поставляться винодельческим предприятиям как отдельные агрегаты или в составе поточных линий ВПЛ-10К и ВПЛ-20К переработки винограда на высококачественные белые столовые и шампанские виноматериалы.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. При переработке винограда на высококачественные белые столовые и шампанские виноматериалы для отделения гребней целесообразно применять бичевые гребнеотделяющие устройства, обеспечивающие по сравнению с лопастными получение менее окисленного и менее обогащенного взвесями и дубильными веществами сусла при одновременном повыше-

нии технологической эффективности гребнеотделения (выход гребней повышается на 15 — 20%).

2. Качественные показатели работы валковых дробилок с бичевыми гребнеотделяющими устройствами на основных промышленных сортах винограда должны удовлетворять единым технологическим требованиям, которые регламентированы ГОСТом 15132-69 «Дробилки-гребнеотделители для винограда».

3. Экспериментально установлено, что способ гребнеотделения, заключающийся только в нанесении ударов по виноградной массе с высокой скоростью, соответствующей скорости ротора лопастного гребнеотделяющего устройства, малоэффективен при переработке винограда с плотными гроздьями и высокой прочностью прикрепления ягод к гребням (Рислинг, Ркацителли, Мускат и др.). Этот способ нецелесообразно использовать в качестве принципиальной основы для разработки новой, более совершенной конструкции гребнеотделяющего устройства.

4. Техничко-технологическим требованиям по эффективности гребнеотделения и качеству получаемого продукта в наибольшей степени удовлетворяет способ, заключающийся в многократном ударном воздействии на виноградную массу в сочетании с протираанием ее по перфорированной поверхности, т. е. способ, реализованный в известных промышленных конструкциях гребнеотделяющих устройств.

5. С помощью высокоскоростной киносъемки произведен углубленный анализ рабочего процесса бичевого гребнеотделяющего устройства с одним и двумя заходами бичей на роторе. Показана и подтверждена производственными опытами целесообразность применения полностью перфорированного гребнеотделительного цилиндра и двух заходов бичей на роторе, так как эти факторы повышают пропускную способность и технологическую эффективность гребнеотделяющего устройства без ухудшения качества получаемого продукта.

6. На основании аналитического исследования с использованием ЭВМ и введением ряда упрощающих предпосылок определен характер зависимостей осевой скорости продукта в бичевом гребнеотделяющем устройстве, от которой зависит пропускная способность последнего, от величин параметров его рабочих органов.

7. Экспериментальным путем установлено, что увеличение количества бичей на длине шага витка ротора при постоянном межбичевом расстоянии снижает эксплуатационную надежность, технико-технологические и энергетические показатели гребнеотделяющего устройства. Во всех отношениях наиболее выгодной является геометрия ротора, соответствующая расположению на длине шага витка девяти бичей.

8. Основным фактором, влияющим на эффективность процесса гребнеотделения и качество получаемого сусла, являет-

ся скорость вращения ротора гребнеотделяющего устройства. При переработке винограда на высококачественные белые столовые и шампанские виноматериалы рекомендуется применять скорость вращения ротора, не превышающую $17,9 \text{ рад/сек.}$ (170 об/мин.). При скоростях вращения порядка $20,8 \text{ рад/сек.}$ (200 об/мин.) имеет место чрезмерное обогащение сусла-самотека, полученного на промышленных стекателях, взвесьями и дубильными веществами.

9. На основе использования метода анализа размерностей получены эмпирические формулы для ориентировочных расчетов основных параметров гребнеотделяющих устройств: диаметра и длины гребнеотделительного цилиндра на заданную производительность дробильно-гребнеотделяющей машины.

10. Определены параметры гребнеотделяющих устройств валковых дробилок-гребнеотделителей ВДГ-5, ВДГ-10 и ВДГ-20 производительностью соответственно 5, 10 и 20 тонн в час, разработанных в соответствии с утвержденным «Типажом дробилок для винограда».

11. Разработан, утвержден и введен в действие ГОСТ 15132-69 «Дробилки-гребнеотделители для винограда».

12. Предложена усовершенствованная конструкция бичевого гребнеотделяющего устройства, в котором рабочая камера представляет собой полностью перфорированный цилиндр, совершающий медленное вращательное движение, а ротор имеет два захода бичей. Для повышения технологической эффективности гребнеотделения при одновременном улучшении качества получаемого сусла гребнеотделительный цилиндр выполнен в виде спирали, навитой из проволоки круглого сечения, а зубчатое зацепление привода его вращения перенесено в переднюю часть машины, к горловине для выхода гребней. Предложенная конструкция признана изобретением.

13. Разработаны и внедрены в винодельческую промышленность валковые дробильно-гребнеотделяющие машины Т1-ВДГ-10 и Т1-ВДГ-20, предназначенные для переработки винограда на высококачественные белые столовые и шампанские виноматериалы. Дробилки-гребнеотделители Т1-ВДГ-10 и Т1-ВДГ-20 могут использоваться самостоятельно или в составе поточных линий переработки винограда ВПЛ-10К и ВПЛ-20К.

14. Годовой экономический эффект от внедрения в производство дробильно-гребнеотделяющих машин Т1-ВДГ-10 и Т1-ВДГ-20 составляет соответственно 910 и 896 рублей.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНО В СЛЕДУЮЩИХ СТАТЬЯХ:

1. Емельянов В. Д., Жданович Г. А., Еремин П. В. Об ударной прочности ягод винограда. Известия высших учебных заведений СССР. Пищевая технология, № 6, 1966.
2. Емельянов В. Д., Жданович Г. А., Еремин П. В. Определение энергоемкости гребнеотделения при переработке винограда. НТИ (винодельческая промышленность), вып. 7, М., ЦИНТИПИЩЕПРОМ, 1966.
3. Емельянов В. Д., Саломатин Н. Ф., Валуйко Г. Г., Беликов Л. И. Сравнительная технологическая оценка валковых и ударно-центробежных дробилок-гребнеотделителей. Виноделие и виноградарство СССР, № 6, 1966.
4. Емельянов В. Д., Жданович Г. А., Еремин П. В. Влияние скорости вращения ротора на производительность и качественные показатели валковых дробилок-гребнеотделителей. НТИ (винодельческая промышленность), вып. 1, М., ЦИНТИПИЩЕПРОМ, 1967.
5. Жданович Г. А., Емельянов В. Д., Гельгар Л. Л. К методике сравнительных испытаний винодельческих дробильно-гребнеотделяющих машин. Труды ВНИИВиВ «Магарах». Том XV. Виноделие. Издательство «Пищевая промышленность». М., 1967.
6. Емельянов В. Д., Жданович Г. А., Еремин П. В., Беляев В. Я. Определение оптимальной величины межбичевого расстояния на роторе валковых дробилок-гребнеотделителей. НТИ (винодельческая промышленность), вып. 1, М., ЦИНТИПИЩЕПРОМ, 1967.
7. Емельянов В. Д., Жданович Г. А., Еремин П. В., Беляев В. Я. Влияние интенсивности загрузки дробильно-гребнеотделяющих машин на качественные показатели их работы. НТИ (винодельческая промышленность), вып. 2, М., ЦИНТИПИЩЕПРОМ, 1967.
8. Емельянов В. Д., Жданович Г. А., Еремин П. В. Дробилка-гребнеотделитель для ягод. Авторское свидетельство № 215181 с приоритетом от 7 февраля 1967 года.
9. Жданович Г. А., Гельгар Л. Л., Милошевич А. Н., Айвазов Л. Б., Емельянов В. Д., Серeda А. И. Устройство для дробления винограда и отделения от него гребней. Авторское свидетельство № 216581 с приоритетом от 24 марта 1967 года.
10. Емельянов В. Д., Саломатин Н. Ф., Валуйко Г. Г., Тарасенко А. Т. Технологическая оценка дробилок-гребнеотделителей Д-43, ЦДГ-20 и ГТП-8000. Виноделие и виноградарство СССР, № 6, 1968.
11. Емельянов В. Д., Жданович Г. А., Киценко В. В., Кодзис В. К., Козловский В. Н., Чигогидзе Ш. С. Валковая дробилка-гребнеотделитель для винограда. Решение Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР от 3 апреля 1969 года № 1251002 о выдаче авторского свидетельства.
12. Емельянов В. Д. Современное дробильно-гребнеотделяющее оборудование винзаводов, ЦИНТИПИЩЕПРОМ, М., 1968.

13. Емельянов В. Д. Изучение работы гребнеотделяющего устройства дробилок с помощью киносъемки. Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, № 10, 1969.

14. ГОСТ 15132-69 «Дробилки-гребнеотделители для винограда». Издательство стандартов, М., 1969.

15. Гельгар Л. Л., Жданович Г. А., Емельянов В. Д., Тихонов В. П. Поточная линия переработки винограда на высококачественные вина ВПЛ-10К. Виноделие и виноградарство СССР, № 5, 1969.

16. Информационно-рекламный листок «Валковая дробильно-гребнеотделяющая машина ВДГ-10». Управление по печати при Крымоблисполкоме. Симферополь, 1970.

17. Информационно-рекламный листок «Валковая дробильно-гребнеотделяющая машина ВДГ-20». Управление по печати при Крымоблисполкоме. Симферополь, 1970.

Содержание диссертационной работы было доложено на заседании Ученого совета ВНИИВиВ «Магarach», г. Ялта, 1969.